



RICARDO MIGUEL IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA *LEAN*
FERREIRA CARDOSO *PRODUCTION* ATRAVÉS DOS SISTEMAS *PULL*



**RICARDO MIGUEL
FERREIRA CARDOSO**

**IMPLEMENTAÇÃO DA *FILOSOFIA LEAN*
PRODUCTION ATRAVÉS DOS SISTEMAS *PULL***

Projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor José António de Vasconcelos, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Prof. Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
professor auxiliar convidado da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José António de Sousa Barros Basto
professor auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor José António de Vasconcelos
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Este trabalho é o resultado final de uma longa experiência académica erudita e espirituosa, onde foram dedicadas horas incansáveis de estudo e empenho, e a sua concretização só foi possível com a amizade, colaboração, companheirismo, ajuda e tolerância de muitas pessoas.

Em primeiro lugar felicito os grandes mentores por detrás deste trabalho, Rosa Cardoso e António Cardoso, pois eles ergueram no escritor os valores de integridade, humildade e sabedoria. Por todo amor, carinho, apoio, esforço e psicologia invertida, estou eternamente grato, pois sem eles não conseguiria finalizar o curso. Vocês facultaram o papel, a caneta e o intelecto para a escrita deste projecto, e como tal são vocês os seus grandes autores.

Ao meu irmão, que me ajudou de inúmeras maneiras ao longo da vida e que sempre esteve disponível quando precisei.

Ao meu orientador da Universidade de Aveiro, Prof. Doutor José Vasconcelos, pela disponibilidade, paciência, apoio, sugestões e críticas necessárias para a construção deste trabalho.

À minha orientadora da Bosch Termotecnologia, Cristina Jorge, por todos os ensinamentos que me transmitiu, por toda a colaboração, simpatia, sinceridade, confiança e apoio, que contribuíram substancialmente no enriquecimento da minha experiência profissional e pessoal.

A todos os colaboradores da Bosch Termotecnologia que tive o prazer de trabalhar, operadores, colegas da Logística Interna, estagiários e amigos, que foram essenciais na concretização do projecto e no convívio social do dia-a-dia.

Por fim, a todos os meus amigos, pois todos contribuíram muito na construção da minha personalidade, mentalidade, felicidade e realização pessoal. Por todos os momentos de loucura e de apoio incondicional, o meu profundo obrigado.

palavras-chave

Sistemas *Pull*, *Lean Production*.

resumo

A competitividade e volatilidade dos mercados, resultantes da progressiva globalização da economia, são factores que condicionam criticamente o desempenho das empresas. Para conseguirem subsistir ou dominar esses mercados, as empresas devem vencer o desafio da modernização. Este desafio é um processo extremamente complexo, que envolve a empresa como um todo, e que pressupõe a optimização da infra-estrutura produtiva. Deve-se assim investir na inovação, na eliminação dos desperdícios e na alteração dos métodos de gestão tradicionais, tanto a nível da produtividade como ao nível da qualidade. A melhor maneira de responder a essas necessidades é através da implementação da filosofia *Lean* em toda a organização.

O presente trabalho é produto de um projecto realizado na empresa BOSCH Termotecnologia, em Aveiro, e consistiu na aplicação da filosofia *Lean Production* através da implementação dos sistemas *Pull*. A utilização destes sistemas na produção maximiza a eficiência das operações que geram valor acrescentado os produtos finais.

O projecto centra-se na reestruturação de uma área específica, e abrange a reformulação do abastecimento a uma Célula final e a optimização do processo de criação de Conjuntos de Acessórios. A implementação do *Pull* nestes dois processos origina a extinção ou minimização dos problemas, melhorando significativamente as condições de trabalho, uniformização e automação das operações, em coerência com a maioria dos processos já existentes que funcionam com este sistema.

keywords

Pull Systems, Lean Production

abstract

The competitiveness and instability of markets, resulting of the progressive globalization of world economy, are factors that affect critically the performance of companies. To survive or dominate these markets, the companies have to overcome the challenge of modernization. This challenge is an extremely complex process, which involves the entire company as a whole, and presupposes the optimization of productive infrastructures. We should invest in innovation, in elimination of waste and in the alteration of traditional methods of management, in the productivity level and also in the quality level. The best way to respond to these needs is through the implementation of the Lean production philosophy in the entire organization.

This work is the outcome of a project that took place at BOSCH Termotecnologia company in Aveiro, and consisted in a practical application of lean production philosophy through the implementation of Pull Systems. The utilization of these systems in production maximizes the operations efficiency that creates value in the final products.

This project focuses on a restructuration of a specific area, and comprehends the reformulation of the supply in a final cell and the optimization of a process that creates the set of accessories. The implementation of Pull in this two processes originate the minimization or elimination of problems, improving significantly the work conditions, the standardization and the automation of the operations, in coherency with the majority of the existing processes that already function with this system.

Índice

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Contexto	1
1.2 - A Relevância da Filosofia <i>Lean Production</i>	1
1.3 - Estrutura do Relatório.....	2
2 - IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA <i>LEAN PRODUCTION</i> ATRAVÉS DOS SISTEMAS <i>PULL</i>	3
2.1 - <i>Lean</i> e <i>Toyota Production System</i> – Origem e essência.....	3
2.1.1 - Princípios <i>Lean</i>	4
2.1.2 - Fontes de Desperdício.....	5
2.1.3 - Implementação da Filosofia <i>Lean</i>	9
2.1.4 - <i>Lean Thinking</i> e <i>Lean Production</i>	10
2.1.5 - <i>Value Stream Mapping</i> e <i>Value Stream Design</i>	13
2.2 - Sistemas <i>Pull</i>	14
2.2.1 - Modos de execução do <i>Pull</i>	16
2.2.2 - Princípios <i>Pull</i>	17
2.2.2.1 - Interação entre a Produção e Logística	18
2.2.2.2 - Nivelamento da Produção	18
2.2.3 - Elementos do Sistema <i>Pull</i>	19
2.2.3.1 - Supermercado / Célula Logística	20
2.2.3.2 - <i>Kanban</i>	22
2.2.3.3 - Caixa de Logística.....	26
2.2.3.4 - Caixa de Nivelamento.....	27
2.2.3.5 - Sequenciador de produção	27
2.2.3.6 - <i>milk run</i>	28
3 - ABORDAGEM <i>LEAN</i> NA BOSCH TERMOTECNOLOGIA	30
3.1 - Grupo BOSCH.....	30
3.2 - BOSCH Termotecnologia	30
3.2.1 - Princípios e estrutura da BOSCH Termotecnologia.....	32
3.2.2 - Contexto do trabalho.....	32
4 - METODOLOGIA	34

5 - RESULTADOS OBTIDOS	37
5.1 - Recolha das informações dos processos.....	37
5.2 - Definição de novos Conjuntos de Acessórios	41
5.3 - Optimização do Processo de criação de Conjuntos de Acessórios.....	42
5.3.1 - Definição do Supermercado / Célula Logística de componentes dos Conjuntos de Acessórios da Célula 4 e Linha 5	42
5.3.2 - Desenho de um protótipo de estante com melhoria dos parâmetros ergonómicos.....	47
5.3.3 - Documentação complementar	50
5.4 - Criação do Supermercado / Célula Logística para a Célula 4.....	51
6 - CONCLUSÃO	55
6.1 - Reflexões Finais	55
6.2 - Trabalho Futuro a desenvolver	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXO A - A Documentação necessária para a alteração de estruturas no <i>workflow</i> da BT	
ANEXO B - Determinação dos componentes a incluir no S/CL dos Conjuntos de Acessórios	
ANEXO C - Determinação do número de <i>kanbans</i> dos CA	
ANEXO D - Distribuição dos componentes pelas estantes	
ANEXO E - Instrução de Trabalho para identificação de Supermercados / Células Logísticas	
ANEXO F - Determinação dos componentes a incluir no S/CL dos Componentes da Célula nº4	

Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução das filosofias de produção (BOSCH, 2006c).....	4
Figura 2 - Os Cinco princípios <i>Lean</i> (Comunidade <i>Lean Thinking</i> , 2008).....	5
Figura 3 - Os sete tipos desperdício (Logística e Frotas, 2007).	6
Figura 4 - Mudança de paradigma de produção (Logística e Frotas, 2007).....	11
Figura 5 - Exemplo de um VSM e um VSD (BOSCH, 2008a).....	14
Figura 6 - Diferenças entre os dois sistemas de produção (BOSCH, 2008b).....	15
Figura 7 - Just In Sequence (BOSCH, 2006a).....	16
Figura 8 - Controlo de produção (BOSCH, 2006a).....	17
Figura 9 - Nivelamento da produção (BOSCH, 2006b)	19
Figura 10 - Exemplo de um supermercado de produto acabado (Imagem obtida no interior da BT)	20
Figura 11 - Factores que influenciam um Supermercado (BOSCH, 2008a).....	21
Figura 12 - Exemplo do <i>kanban</i> da BT (BOSCH, 2006a).	22
Figura 13 - Exemplo do uso dos vários tipos de <i>kanbans</i> na cadeia de valor (BOSCH, 2006a)	23
Figura 14 - Tempos de reposição (BOSCH, 2006a).....	25
Figura 15 -Percurso de <i>kanbans</i> (BOSCH, 2007)	26
Figura 16 - Exemplo de uma caixa de nivelamento (BOSCH, 2006b)	27
Figura 17 - Sequenciador de produção (Imagem obtida no interior da BT).....	28
Figura 18 - Exemplo dos elementos que constituem um <i>milk run</i> . a) Carros logísticos usados na BT. b) Comboio logístico (BOSCH, 2006d)	29
Figura 19 - Exemplo de produtos BOSCH (BOSCH, 2007).....	30
Figura 20 - Clientes da BOSCH Termotecnologia em todo o mundo (BOSCH 2007).....	31
Figura 21 - Quota de Mercado da BT. a) Europa. b) Mundo.	31
Figura 22 - Supermercado de CA da C4 (Imagem obtida no interior da BT)	33
Figura 23 - Localização e Layout da Secção de Preparação de CA	33
Figura 24 - Cronograma de Actividades.	37
Figura 25 - Layout da secção de preparações.....	38
Figura 26 - VSM da Secção de preparações de Conjunto de Acessórios.....	39
Figura 27 - Posto de trabalho de produção de CA da L5. a) Vista lateral esquerda. b) Vista Frontal (Imagens obtidas no interior da BT)	40

Figura 28 - Fluxograma de funcionamento inicial do processo de criação de CA da L5 ...	40
Figura 29 - CA utilizado em testes na linha de produção (Imagem obtida no interior da BT).....	41
Figura 30 - Gráfico da análise ABC dos componentes dos CA da C4 e L5.....	43
Figura 31 - Caixas Standard Utilizadas na BT. a) Tipos de caixa. b) Esquema da acção de <i>Repaking</i>	44
Figura 32 - VSD da Secção de preparações de Conjuntos de Acessórios da C4 e L5	45
Figura 33 - Exemplo de uma das estantes definidas com os componentes distribuídos.	47
Figura 34 - Acção de <i>picking</i> de um componente (Imagem obtida no interior da BT).....	48
Figura 35 - Desenho do protótipo da estante enviada para os fornecedores	48
Figura 36 - Imagem 3D enviada por o Fornecedor A.....	49
Figura 37 - Imagem 3D enviada por o Fornecedor B.....	49
Figura 38 - Estantes enviadas pelo fornecedor A. a) Vista frontal. b) Vista lateral direita (Imagem obtida no interior da BT).....	50
Figura 39 - Norma de Instrução Visual criada para a Secção de Preparações de CA.	51
Figura 40 - VSD do processo de Abastecimento da C4	52
Figura 41 - Estantes do Supermercado A01 (Imagem obtida no interior da BT).....	53
Figura 42 - Esquema do funcionamento do sistema Caixa Cheia – Caixa Vazia	54

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Dez Regras da filosofia <i>Lean Production</i>	12
Tabela 2 - Ferramentas <i>Lean</i>	12
Tabela 3 - Diferença entre o Supermercado e uma Célula Logística.	21
Tabela 4 - Variáveis utilizadas no cálculo do número de <i>kanbans</i>	25
Tabela 5 - Método de resolução de Problemas em funções operacionais	34
Tabela 6 - Cálculo do Número de <i>kanbans</i>	46
Tabela 7 - Componentes que se encontravam no Supermercado A01	53

Lista de Abreviaturas

A01 - Armazém 01
BPS - BOSCH Production System
BT - BOSCH Termotecnologia
C - Célula de produção
CA - Conjunto de Acessórios
CIP - Continuous improvement process
ECR - Engineering Change Request
FIFO - First-In-first-out
JIT - Just-in-time
L - Linha de Produção
LOG - Logística
Poka-Yoke - Sistema mecânico que evita a falha
S - Secção
TPS - Toyota Production System
VSD - Value Stream Design
VSM - Value Stream Mapping
WIP - Work-in-progress

“The problems we face today cannot be solved at the same level of thinking we were at, when we created them.”

Albert Einstein (1879 -1955)

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Contexto

O presente Trabalho é produto de um projecto realizado na empresa BOSCH Termotecnologia, em Cacia, durante um período de oito meses no âmbito do curso de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro. O tema abordado versou na implementação da filosofia *Lean Production* através dos Sistemas *Pull*.

1.2 - A Relevância da Filosofia *Lean Production*

“Quando se analisa a indústria portuguesa, verifica-se que o tempo gasto em operações que não acrescentam valor aos produtos é assustador. E só pelo simples facto de se reorganizar um layout e eliminar os processos sem valor acrescentado começa-se a produzir muito mais rapidamente.”

João Caratão, 2002 (Citado por Marquês, 2007)

Com uma conjuntura económica actual cada vez mais desfavorável para a indústria portuguesa, é obrigatório que as empresas reduzam ao máximo os seus custos operacionais de forma a conseguir superar as adversidades do mercado. Em média, 40% dos custos de qualquer negócio são desperdício, e a sua eliminação torna as empresas mais rentáveis, ágeis e flexíveis. A melhor maneira de eliminar esses custos e desperdícios é através da integração da filosofia *Lean* em toda a organização. Os resultados alcançados por a maioria das empresas que adoptaram esta filosofia de gestão são extremamente positivos, que com menos esforço humano, menos equipamentos, menos espaço e menos tempo, conseguem melhorias substanciais.

Dados reportados por essas empresas indicam inúmeros benefícios, entre os quais se destacam: crescimentos de negócio com valores superiores a 30% num ano; reduções de stock superiores a 80%; aumento da satisfação dos clientes entre 80% a 90%; melhoria da qualidade e dos serviços prestados ao cliente; aumentos de produtividade de 15% a 30%; maior motivação, empenho e participação dos colaboradores; redução das áreas de trabalho na ordem dos 40%; melhor capacidade de resposta da empresa.

O *Lean Production* ou *Lean Manufacturing* foi uma evolução natural do sistema de produção utilizado pela empresa Toyota, designado por *Toyota Production System* (TPS). As mudanças radicais dos métodos de pensamento e de gestão sobre o processo produtivo transformou de forma substancial o paradigma da gestão da produção. Consistia, essencialmente, na eliminação de todos os desperdícios que não acrescentavam valor ao que era produzido. A sua utilização foi generalizada por todo o mundo devido aos enormes

benefícios que resultavam da sua aplicação. Ouve uma tentativa de replicação por várias organizações, especialmente no ramo automóvel, que ao introduzir o *Lean*, alteravam a sigla TPS, substituindo a letra “T” de Toyota por a designação da empresa. Existem vários exemplos deste tipo de “réplicas”, tais como a Ford, Porsche, Audi, Mercedes, Bosch, etc. Apesar da ampla globalização e aplicação a nível industrial, a sua implementação é extremamente complexa, e envolve inúmeros esforços entre os quais, o combate da “resistência á mudança” dentro da organização.

Para se compreender melhor as dificuldades e os métodos que envolvem a alteração do sistema produtivo numa empresa foi elaborado este Projecto, onde se descreve a aplicação da filosofia *Lean* no contexto industrial, através do uso dos sistemas *Pull* na optimização de uma área de trabalho.

1.3 - Estrutura do Relatório

Após este capítulo introdutório, vai ser abordado no segundo capítulo os conceitos teóricos pesquisados necessários para uma correcta aplicação da filosofia *Lean*. No terceiro capítulo é ilustrado as origens do grupo e da empresa BOSCH Termotecnologia, finalizando-se na apresentação do contexto onde foi desenvolvido o projecto. O capítulo seguinte sintetiza a metodologia utilizada para uma correcta abordagem do problema. No capítulo cinco são explicadas todas as etapas do projecto e os resultados obtidos. No último capítulo são apresentadas as reflexões finais e o trabalho futuro a desenvolver.

2 - IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA *LEAN PRODUCTION* ATRAVÉS DOS SISTEMAS *PULL*

O presente capítulo destina-se a expor todos os fundamentos teóricos utilizados no desenvolvimento deste projecto. Esses conteúdos encontram-se organizados de forma convergente, iniciando-se o capítulo na origem e essência da filosofia *Lean*, posteriormente, descrevem-se os seus princípios e fontes de desperdício. Seguidamente são apresentadas as condições básicas de estabilidade para uma correcta execução do *Lean* e são explicados os conceitos *Lean Thinking* e *Lean Production*. A finalizar são enumeradas as origens e fundamentos dos sistemas *Pull*, os modos de execução, os seus princípios e elementos fundamentais.

2.1 - *Lean e Toyota Production System* – Origem e essência

O conceito *Lean* nasceu na empresa Toyota entre 1950 e 1960, e a sua tradução em português é “magro”. Como se pode constatar, este conceito tem subjacente toda uma filosofia de produção que se exige “magra”, ou seja, todas as actividades desenvolvidas na produção devem gerar valor acrescentado ao produto final. Este conceito objectiva a eliminação de tudo que é fonte de desperdício na cadeia de valor.

Segundo a definição do presidente da Toyota, o Sr. Shoichiro Toyoda, “*desperdício é tudo para além da qualidade mínima de equipamentos, materiais, componentes, espaço e tempo dos trabalhadores, necessária para acrescentar valor ao produto*”. A filosofia de produção *Lean* pode ser encarada como uma utopia da produção pois o seu objectivo nuclear é atingir a perfeição a todos os níveis: Qualidade perfeita, zero stocks, maximização dos recursos, eliminação de todas as fontes de desperdício.

A Toyota Production System despoletou numa altura em que se declarava que a produtividade de um operador Fabril na América era equivalente à produtividade de nove operadores Nipónicos. Estas afirmações suscitaram dúvidas no Sr. Taiichi Ohno que não acreditava que ao nível do desempenho humano houvesse tanta discrepância, o que o levou a concluir que os operadores japoneses laboravam de uma forma pouco eficiente, ou seja, que grande parte tarefas ou acções desempenhadas por os operadores não contribuíam para a criação de valor acrescentado ao produto. Esta soberba dedução deu origem a toda uma filosofia que mudou a forma de estar e de agir de grande parte do mundo empresarial. Na figura 1 podemos visualizar a evolução das filosofias de produção ao longo do século XX, bem como os principais responsáveis pela concepção e desenvolvimento dessas filosofias.

O Professor Daniel T. Jones afirma que a estratégia da Toyota ao longo dos últimos cinquenta anos, desde a origem do TPS sempre foi:

"Brilliant process management is our strategy. We get brilliant results from average people managing brilliant processes. We observe that our competitors often get average (or worse) results from brilliant people managing broken processes."

(Citado em Hurum, J. 2005)

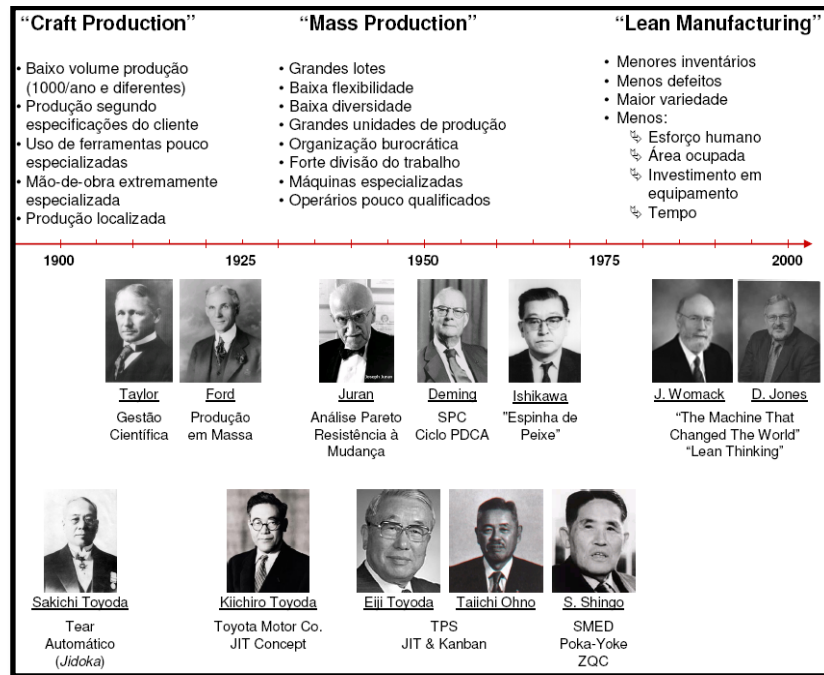


Figura 1 - Evolução das filosofias de produção (BOSCH, 2006c).

2.1.1 - Princípios *Lean*

Womack e Jones (1996) identificaram os cinco princípios elementares da filosofia *Lean*, e colocaram esses princípios em sequência (fig. 2), para auxílio da implementação do *Lean* nas organizações. Existem alguns autores que consideram a inclusão de mais dois princípios, no entanto só vão ser detalhados os cinco Princípios fundamentais:

1) **Valor** - Identificação do que se pretende ou necessita. O valor é o ponto de partida do pensamento *Lean* e só pode ser definido pelo cliente. Qualquer empresa deve proporcionar aos seus clientes soluções para os seus problemas, satisfazer as suas necessidades, oferecer bons preços e entregar nas quantidades certas no tempo certo e com qualidade desejada.

2) **Cadeia de Valor** - A sequência de processos que desenvolve, produz e entrega ao cliente. Para uma boa gestão da cadeia de valor deve-se actuar em três áreas essenciais:

Desenvolvimento - Projecto, concepção e lançamento do(s) produto(s)
Gestão da informação - Recepção de encomendas, logística e planeamento
Transformação física - Produção e entrega ao cliente final

Existem algumas fontes de desperdício que afectam directamente estas áreas. Numa fase posterior deste capítulo vão ser explicados, de forma sucinta, as fontes de desperdício e os seus efeitos.

3) **Fluxo** - Os processos de trabalho e de gestão devem ser executados de forma fluida, evitando assim acumulações de material e perdas desnecessárias. Depois da fase inicial em que se define o valor e se analisa a cadeia de valor de determinado produto e os seus desperdícios entramos na fase de criação de fluxo através do alinhamento e optimização das actividades que criam valor.

4) **Pull** - Os sistemas funcionam apenas quando necessário. Como este princípio é a base de todo projecto, irá ser abordado minuciosamente no final do capítulo.

5) **Perfeição** - Insatisfação constante com os níveis de desempenho, acreditando que é sempre possível mudar e melhorar.

Relativamente ao quinto Princípio os autores esclarecem: *“Of course, no lean producer has ever reached this promise land – and perhaps none ever will, but the endless quest for perfection continues to generate surprising twists.”*

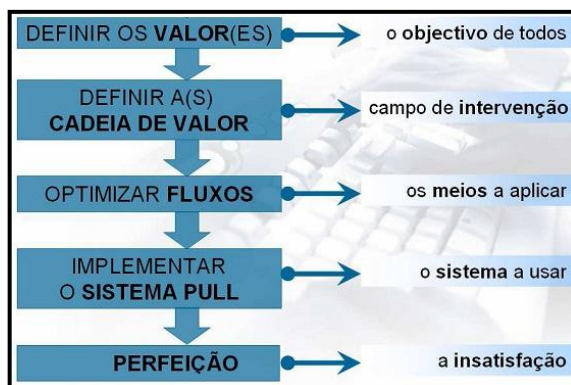


Figura 2 - Os Cinco princípios *Lean* (Comunidade *Lean Thinking*, 2008).

2.1.2 - Fontes de Desperdício

Existem vários tipos e causas de desperdícios, tanto no processo de criação de produtos como na prestação de serviços. Estes desperdícios representam custos avultados para as empresas, que geralmente só criam valor em cerca de 20% das operações que executam em toda a cadeia de valor (fig. 3). Em seguida vão ser definidos os vários desperdícios presentes nas organizações.



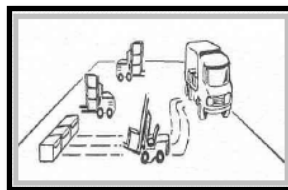
Figura 3 - Os sete tipos desperdício (Logística e Frotas, 2007).

Excesso de produção



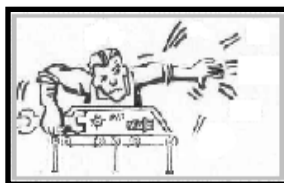
O excesso de produção sucede quando o que é produzido é superior às quantidades encomendadas, isto é, produz-se mais do aquilo que o(s) cliente(s) desejam, o que leva a acumulação de stocks e ocupação de áreas para este stock. Este excesso pode derivar da produção por lotes que é utilizada para minimizar possíveis tempos de setup bastante longos.

Transporte



O transporte está intimamente ligado com todas as funções que geram valor acrescentado ao produto final, pois é o responsável de todo o fluxo de materiais. A eliminação do transporte leva a uma entropia de todo o sistema de produção. Neste caso específico o que se pretende não é a eliminação mas sim a optimização de todas as operações de transporte, minimizando assim todos os custos inerentes a esta operação fulcral do processo produtivo.

Excesso de processamento



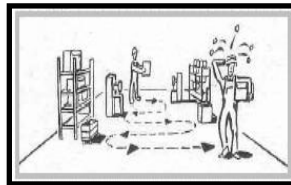
Esta fonte desperdício surge quando sobre determinado produto são feitas operações desnecessárias. Como exemplos de excesso de processamento temos o retrabalho, operações de repacking e de contagem ou listagem de componentes.

Tempo de espera



O tempo de espera é contabilizado como todo o tempo em que os operadores aguardam a chegada dos recursos materiais. Este é um tempo de inactividade dos operadores, onde não é acrescentado valor ao produto final, logo, é uma fonte de desperdício.

Movimentações desnecessárias



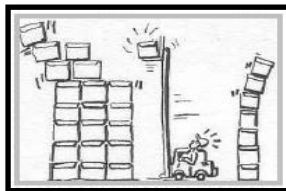
Todo o âmbito de movimentos em que os operadores ou equipamentos não desenvolvem qualquer tipo de trabalho sobre o produto pode ser encarado como movimentações desnecessárias. A maneira mais objectiva para a eliminação deste tipo de movimentos passa por um profundo estudo e desenho dos postos de trabalho que permita ao operador acesso rápido e fácil a todas as ferramentas necessárias bem como a todas as peças que intervêm no processo produtivo de cada posto.

Produtos sem qualidade



Os produtos sem qualidade ou defeituosos representam bem o desperdício que se pretende eliminar em qualquer empresa. Todos os recursos materiais e humanos gastos na sua concepção geraram desperdício, porque não garantiram o retorno do investimento nesses recursos.

Stock



O stock representa todo o material sobre qual não está a ser adicionado qualquer tipo de valor, encontrando-se parado. Todo o tipo de stock causa múltiplos problemas, tais como: a ocupação de espaço, os custos de transporte e armazenamento, a deterioração e o risco de inutilização, etc. Normalmente as empresas utilizam-no como uma forma de ocultar problemas ou falhas na cadeia de valor, levando ao aparecimento de um ciclo nocivo. De cada vez que surge um problema é aumentado o stock para minimizar esse problema, o que leva a um crescimento desmedido de stock. Para se conseguir reduzir esta fonte de desperdício é

necessária clareza e transparência dos processos. A filosofia *Lean* opta por o ciclo inverso pois a redução de stock faz aparecer os problemas, e depois de resolver estes problemas, reduz-se novamente o stock para visualizar mais problemas nucleares. Este ciclo perdura enquanto houver problemas, levando assim a uma melhoria contínua e aperfeiçoamento da produção e da qualidade.

As sete principais categorias de desperdício foram definidas e caracterizadas para todas as empresas que comercializam produtos, porém, de acordo com João Paulo Pinto (2008), existem seis classes de desperdícios que abrangem também empresas prestadoras de serviços:

Subaproveitamento do potencial humano - O TPS ao ser desenvolvido pretendia fomentar a melhoria contínua na organização, nos processos e nos trabalhadores, desenvolvendo incessantemente as capacidades cognitivas de cada colaborador. As organizações *Lean* ao promover e premiar a criatividade e intervenção das pessoas amplia a satisfação e sentido de realização pessoal dos empregados, favorecendo a capacidade de aprendizagem da organização e a produtividade.

Utilização de sistemas inapropriados - As empresas ao utilizarem sistemas informáticos e tecnologias desajustadas com as suas reais necessidades originam vários desperdícios. Os grandes investimentos em sistemas de Gestão são um bom exemplo disso, com taxas de sucesso bastante reduzidas. Se não for explorado todo o potencial dos sistemas de informação, sistemas de gestão, tecnologias, etc., está-se a desperdiçar recursos financeiros e humanos sem o retorno desejado.

Desperdício de energia - Todas as fontes de potência proveniente de recursos finitos, tais como, petróleo, electricidade, gás, óleo, etc., acarretam custos avultados e são muito susceptíveis às condições do mercado. A forte dependência de energia condiciona os custos operacionais das empresas tornando-as mais vulneráveis. É importante reduzir ao máximo a utilização de energia, principalmente se não é retirado proveito do seu uso. As organizações *Lean* também procuram a extinção da dependência em energias não renováveis, contribuindo assim para a preservação do meio ambiente.

Desperdício de materiais - O desenvolvimento de actividades de construção e comercialização de produtos originam grandes quantidades de materiais que vulgarmente são desaproveitados. Para reduzir a quantidade de desperdício as empresas devem analisar o tempo de vida do produto/serviço, e preservar os materiais durante a concepção, fabrico e utilização, e no final do ciclo de vida deve-se proceder à reutilização.

Desperdício nos serviços e escritórios - Apesar de se relacionar a filosofia *Lean* com o sector produtivo, cada vez mais o sector de serviços adere ao *Lean Thinking*. A criação de desperdícios ocorre em todas as actividades económicas, e devem-se aplicar os mesmos conceitos *Lean* á realidade onde é exercida a actividade. Em vez de excesso de produção pode-se verificar o excesso de cópias, de burocracia, etc.

Desperdício do tempo do cliente - O desperdício do tempo ocorre quando qualquer cliente é forçado a esperar pelos produtos/serviços que deseja, ou quando é obrigado a despendar do seu tempo desnecessariamente. Este desperdício verifica-se não só para os clientes finais (consumidor), como também para os clientes internos da organização.

2.1.3 - Implementação da Filosofia *Lean*

Segundo Art Smalley (2006), membro da *Lean Enterprise Institute* e participante na implementação da filosofia *Lean* em várias empresas, para uma correcta implementação do *Lean Production* é necessário existir estabilidade básica dentro da empresa. A estabilidade básica é atingida quando existe previsibilidade e disponibilidade sólida em termos de: maquinaria, materiais, força humana e métodos, os quatro pilares do processo produtivo.

Força Humana - A estabilidade básica inicia-se através de uma força de trabalho bem preparada. A empresa Toyota nos anos cinquenta aprendeu algumas regras básicas acerca de supervisão da produção e como melhorar as competências dos trabalhadores. Adoptaram um programa de treino industrial usados pelos americanos na guerra. Esse programa tinha três componentes de treino específico para os supervisores da produção: instruções de trabalho, métodos de trabalho e relações no trabalho. As instruções de trabalho ensinaram aos supervisores como planear mediante os recursos necessários pela produção, como ensinar as pessoas com segurança, correctamente e de forma consciente. Os métodos de trabalho ensinaram os supervisores como se analisa o trabalho e como fazer pequenos melhoramentos dentro das suas áreas de controlo. Cada actividade foi pensada para ser melhorada ao longo do tempo. Aprenderam a questionar o porquê de uma actividade ser feita daquela maneira, e se pode ser eliminada, combinada com outras, reformulada ou simplificada. As relações no trabalho ensinaram os supervisores a tratar as pessoas individualmente e a tentar resolver os problemas pessoais básicos dos colaboradores na produção, em vez de os ignorar. Estes três cursos ao serem ensinados em conjunto aos supervisores proporcionaram a criação de rotinas elementares, disciplina, e sentido de justiça na equipa de trabalho. Passados 50 anos continuam a ser os cursos fundamentais ensinados aos supervisores e respectivas equipas.

Máquinas - Não é necessário possuir os melhores e mais rápidos equipamentos, deve-se em vez disso é conhecer a procura dos clientes, a capacidade do processo e o output médio de cada máquina. Quando, apesar de teoricamente as máquinas conseguiram responder á procura, na prática o mesmo não se verifica é que encontramos um problema básico de maquinaria. Para se perceber melhor este facto a Toyota desenvolveu um documento denominado por folha de capacidade do processo para medição do verdadeiro potencial de output de cada processo durante um turno típico.

Materiais - Na generalidade o objectivo do *Lean* é reduzir o desperdício e o tempo de produção desde que é efectuado o pedido até ser disponibilizado. Normalmente este facto requer a eliminação de inventário ao longo da cadeia e valor. No entanto, se existir instabilidade, pode ser necessário aumentar o inventário em alguns processos ou em determinados momentos críticos. A razão de esta necessidade prende-se com alguns processos em que o fluxo produtivo é lento, normalmente conhecidos por processos gargalo. Para estes processos é necessário um stock de segurança para possíveis avarias, manutenções, tempos de setup ou de troca de ferramentas. Resumindo, nem todo o stock ou inventário é desperdício. Somente a fracção de stock a mais do que o mínimo indispensável para por os processos a funcionar, é considerado como desperdício.

Métodos - Por último, para se conseguir atingir a estabilidade básica é essencial existirem métodos standards de fabrico. Um standard pode ser definido como uma regra ou maneira de fazer determinada acção e uma base de comparação. O standard não é mais do que uma ferramenta para medição de como está a ser feito. O *Lean Thinking* tem a ver com a alteração dos métodos de trabalho com a finalidade de melhoria contínua. Os standards são o que é utilizado para comparação com as possíveis alterações para se conseguir perceber se essas modificações produzem melhores resultados. Toda os colaboradores devem ser motivados desde início para propor alterações e se as mesmas forem benéficas procede-se á execução, passando a ser o novo standard. Este processo de evolução é denominado por *Kaizen*.

2.1.4 - *Lean Thinking* e *Lean Production*

A denominação *Lean Thinking* surgiu pela primeira vez como conceito de gestão empresarial pelos autores James P. Womack e Daniel T. Jones (1996). Os criadores referem-se ao *Lean Thinking* como o “antídoto para o desperdício”.

Vários estudos acerca do tema, afirmam que o *Lean* gira á volta de convicções e comportamentos, e é aplicável para além da área produtiva, devendo-se incorporar a totalidade da empresa.

Uma organização *Lean* percebe e acredita no valor dos seus princípios básicos. Dentro da organização todos os colaboradores estão concentrados em identificar e eliminar todas as fontes de desperdício e de ineficiência. Eles olham para o mundo pelos olhos dos seus clientes e procuram satisfazer as expectativas dos clientes. Valorizam só o que o cliente valoriza. Antecipam mudanças e aprendem como responder da melhor forma às mudanças. Eles percebem o conceito de fluxo, o poder da partilha de informação, e a importância das relações.

As características principais do *Lean Thinking* são:

- Distribuição de poder pelos colaboradores da organização através da construção de equipas flexíveis, com elevada autonomia, formação e responsabilidade;
- Dispositivos de resolução de problemas na área de trabalho através dos princípios da melhoria contínua;
- Operações *Lean*, que propiciam á detecção precoce dos problemas e correcta eliminação dos mesmos;
- Estratégias de liderança de recursos humanos focadas nos valores, no cumprimento dos compromissos, transmitindo aos colaboradores sentimentos de partilha, estima, dedicação e dignidade;
- Relações fortes de confiança e proximidade com fornecedores;
- Equipas de desenvolvimento multi-funcionais;
- Grande proximidade com o cliente.

No livro *Lean Thinking*, os autores para além da sumarização das características principais também sugerem alguns conselhos para uma correcta implementação do *Lean*.

1. Procurar um agente de mudança
2. Encontrar um sensei
3. Crie ou descubra uma crise que motive acções de reforma dentro da organização
4. Mapeie toda a cadeia de valor para todas as famílias de produtos
5. Escolha algo importante e comece a reduzir o desperdício rapidamente

A designação *Lean Production* tem origem na obra de Womack e Jones (1991), e é uma evolução do sistema produtivo utilizado na Toyota (TPS). Os autores conseguiram descrever na sua obra toda a filosofia de produção utilizada pela empresa, transformando assim o paradigma da produção em todo o Mundo (fig. 4).

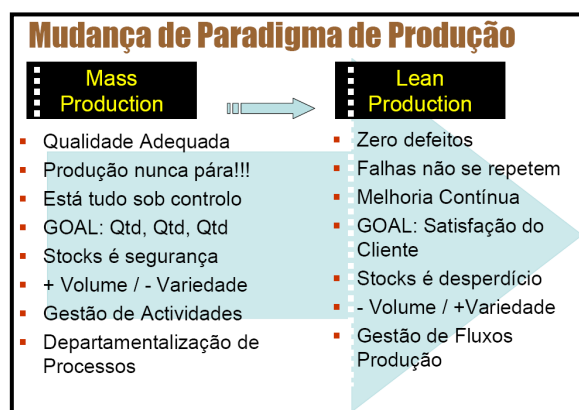


Figura 4 - Mudança de paradigma de produção (Logística e Frotas, 2007).

¹ Professor cuja curva de aprendizagem possa ser aproveitada para o benefício da organização

Para se conseguir extrair os benefícios resultantes da utilização desta filosofia, existem dez regras essenciais pelas quais o *Lean Production* se deve reger, para otimizar todo o sistema produtivo.

Tabela 1 - Dez Regras da filosofia Lean Production (J. Feltovich, 2004).

Dez regras elementares da filosofia de produção Lean	
Eliminar todo o desperdício desnecessário	Minimizar o excesso de inventário
Colaboradores empreendedores na procura de problemas	Delinear as prioridades da produção de acordo com os requisitos dos Clientes
Satisfazer as expectativas dos Clientes	Fazer sempre bem á primeira
Maximizar o fluxo produtivo	Projectar para rápidas modificações
Sócio dos fornecedores	Criação de sistemas de melhoria contínua

Segundo o autor Jerry Hurum (2006), para se conseguir reestruturar uma empresa de acordo com a filosofia *Lean Production*, os gestores devem elaborar um plano detalhado do tipo de abordagem que deve ser utilizado, e esse plano deve cumprir os seguintes pressupostos:

- Deve-se organizar a partir da perspectiva do cliente
- Gerir a totalidade da cadeia de valor para cada família de produtos eliminando o desperdício enquanto se organiza o fluxo e o *Pull*
- Otimizar o todo, não só as partes
- Definir os “donos” de cada cadeia de valor
- Os donos de cada cadeia de valor têm a total responsabilidade em todos os aspectos da cadeia de valor
- Planos de negócio pessoais para cada “dono” da cadeia de valor alinhados com a performance global pretendida
- Estrutura organizacional redefinida de forma a espelhar as cadeias de valor e os seus “donos”

Para implementação do *Lean* é necessário utilizar diversas ferramentas (Tabela 2), que se utilizam na eliminação dos desperdícios e na optimização do sistema.

Tabela 2 - Ferramentas *Lean* (B. Boztınaztepe, 2008).

Ferramentas <i>Lean Production</i> :						
Jidoka	Benchmarking	Poka-yoke	TPM	Heijunka	<i>milk run</i>	SMED
ValueStream Mapping	Value Stream Design	5S	<i>kanban</i>	Risk management	Single flow	Kaizen

Algumas das ferramentas podem ser utilizadas por múltiplos departamentos para diferentes processos, enquanto outras são específicas de um só departamento e possuem uma só finalidade. Dois exemplos práticos utilizados pela maioria dos departamentos são as ferramentas *Value Stream Mapping* e a *Value Stream Design*. Ambas podem ser aplicadas em toda a cadeia de valor, permitindo estruturar o seu funcionamento de forma clara e objectiva. Em seguida é explicado as funcionalidades e regras de construção indispensáveis para a sua aplicação prática.

2.1.5 - Value Stream Mapping e Value Stream Design

O *Value Stream Mapping* (VSM) não é mais do que um mapeamento de todas as actividades (com ou sem valor acrescentado) obrigatórias para desenvolver e comercializar determinado produto no mercado. Identifica todo o fluxo de acções bem como o fluxo informativo desde os fornecedores até ao cliente final.

Qualquer VSM deve conter as seguintes informações:

1. Elementos que fazem parte da cadeia de valor
2. Fluxo de materiais ao longo da cadeia
3. Fluxo de informação nas várias partes da cadeia de valor
4. Parâmetros de processos ou operações
5. Consumo médio do cliente final num determinado período
6. Quantidades de material nas várias etapas da cadeia
7. *Lead-time*² da cadeia de valor

Para se desenhar um VSM deve-se obedecer a uma sequência de regras:

1. Seleccionar o produto do qual se pretender representar o fluxo ao longo da cadeia
2. Caracterizar o cliente final e todas as partes envolvidas na evolução do produto
3. Desenhar o fluxo do produto ao longo da cadeia
4. Recolher e descrever dados dos vários processos
5. Representar a configuração segundo a qual é trocada a informação ao longo da cadeia
6. Recolher as quantidades de material em curso
7. Escrever quantidades de inventário e calcular respectivo *lead-time*
8. Incluir problemas actuais em flashes

Existem inúmeras vantagens na utilização destas ferramentas, tais como:

- Possibilita observar a cadeia como sendo mais do que um conjunto de processos isolados entre si
- Garante uma terminologia e metodologia comum para representação de processos

² Tempo do processo + Tempo do planeamento + Tempo de produção

- Constitui uma base de trabalho e um ponto de partida para a implementação de acções de melhoria
- Identifica todos os fluxos (material e informativo) e como interagem entre os processos
- Faculta a identificação das fontes de desperdício na cadeia de valor

Quando se desenvolve um VSM para determinar a cadeia de valor consegue-se identificar todos os problemas e fontes de desperdício. Esta identificação é decisiva para se desenvolver o *Value Stream Design* (VSD) que elimine os problemas e desperdícios e que optimize todo o processo. Pode-se assim definir que o VSD é uma esquematização de uma cadeia de valor onde se pretendem implementar as acções correctivas necessárias para a eliminação do desperdício. Na figura 5 ilustra-se um exemplo destas duas ferramentas na cadeia de valor de um determinado produto.

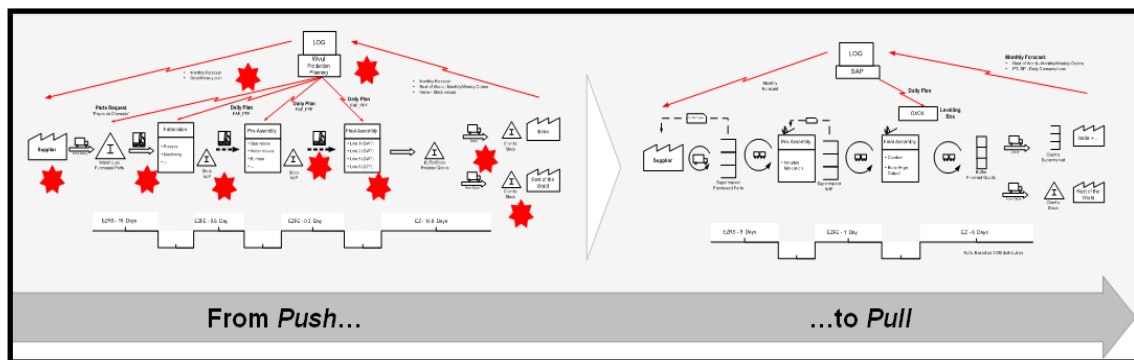


Figura 5 - Exemplo de um VSM e um VSD (BOSCH, 2008a).

2.2 - Sistemas Pull

“No new idea springs full-blown from a void. Rather, new ideas emerge from a set of conditions in which old ideas no longer seem to work.” (Womack, 1991)

O *Pull* teve a sua origem quando o Sr. Taichi Ohno visitou os estados unidos e descobriu inúmeras diferenças nas mercearias comparativamente ao Japão. Na América as mercearias armazenavam cada produto num local definido, o cliente é que retirava o produto nas quantidades pretendidas e o produto era reabastecido na estante quando alguém o consumia. Assim O Sr. Ohno pegou nestes princípios e implementou um sistema similar na Toyota que mais tarde iria se desenvolver e dar origem ao *Just In Time* (JIT) ou *Toyota Production System* (TPS).

O conceito *Pull* pode ser definido como a execução dos princípios *Just in Time* ao longo da cadeia de valor. A palavra inglesa “pull” significa “puxar” e aplica-se no contexto da relação entre o fornecedor e o cliente. Nos tradicionais sistemas de produção *Push* os materiais são “empurrados” de processo em processo, independentemente das necessidades do cliente, nem da disponibilidade dos recursos necessários ao processamento (fig. 6).

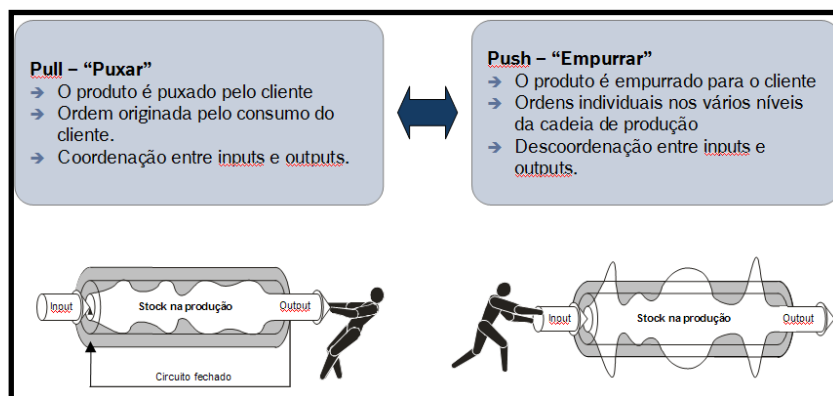


Figura 6 - Diferenças entre os dois sistemas de produção (BOSCH, 2008b).

Entre 1950 e 1960 surgiu na empresa Toyota o inovador sistema de produção (TPS), onde toda a produção era orientada mediante as necessidades do cliente final. Este tipo de sistema veio contrastar com os sistemas tradicionais americanos que produziam em grandes quantidades sem nenhum tipo de relacionamento com a procura.

Um sistema *Pull* destina-se a otimizar o fluxo de materiais no processo produtivo, garantindo a sincronia entre a produção e a logística. Só através dessa sincronia se consegue produzir a quantidade exacta no momento certo e com a qualidade desejada. Para a execução do *Pull* é necessário controlar de forma eficaz os recursos de produção, os recursos de movimentação e armazenamento. Esta gestão é complementada através do fluxo de informação que torna visíveis as necessidades dos clientes. Com a sua implementação elimina-se a necessidade de visualização do plano de produção diário em toda a fábrica, com excepção das linhas/células finais de montagem. Este facto previne que as secções produzam por antecipação e que produzam mais ou menos do que é pedido caso o plano de produção sofra algum tipo de alteração.

Segundo o Sr. Teruyuki Minoura, Presidente e CEO da Toyota Motor Manufacturing NA de 1998 a 2002, ao se trabalhar num Sistema *Push*, existem poucas oportunidades para os colaboradores adquirirem sabedoria porque eles só produzem de acordo com as instruções que lhes são dadas. Em contraste, um Sistema *Pull* pede aos trabalhadores que usem a cabeça para desenvolverem um processo produtivo onde ele ou ela, individualmente, possam decidir o que pode ser feito e a que velocidade pode ser feito. A implementação de um processo produtivo *Pull*, começa com a redução do *lead-time* para executar as operações, e essa redução deve-se concentrar em todas os processos que não acrescentam valor. Existem poucos processos que realmente envolvem o processamento. A maioria do tempo o material é apenas transferido de um lado para o outro. Se este facto causa o prolongamento do *lead-time*, deve-se eliminar de forma agressiva os processos em que não existe nenhum tipo de processamento.

O conceito *Pull* apesar de se poder aplicar em toda cadeia de valor, apenas vai ser estudado a sua aplicação na produção, em concordância com os objectivos que se pretendem alcançar neste projecto. Em seguida vão ser aprofundados os modos de execução, os Princípios e Elementos principais de um sistema *Pull*.

2.2.1 - Modos de execução do *Pull*

Existem três modos de execução do *Pull*. O primeiro é o *Just In Sequence* (JIS) que se pode considerar a situação ideal, pois neste modo a produção é síncrona, não é necessário um buffer³ intermédio, e o material é entregue directamente ao “ponto de uso” (fig. 7). Este tipo de produção garante as quantidades certas na sequência certa e no momento exacto. Neste modo de produção geralmente o(s) processo(s) *pacemaker*/gargalo é que determinam a sequência de produção. Deve ser utilizado quando existe uma grande diversidade de componentes a incluir no produto final, porque não se consegue ter um supermercado que suporte o inventário necessário. O departamento responsável pelo nivelamento deve delinear a quantidade certa do “mix” de produtos a produzir e colocar os respectivos *kanbans* na caixa de nivelamento no início de cada turno. Estas instruções de produções são depois enviadas aos processos a montante da cadeia de valor. Este modo de execução cria pressão para a manutenção do *lead-time* curto e previsível. Para o sistema funcionar correctamente, o padrão de encomendas deve ser bem compreendido. Se esse padrão for de difícil previsão, o *lead-time* deve ser muito curto ou então deve-se ter um stock de produtos finais adequado. Como aspectos mais negativos destaca-se a necessidade de uma grande estabilidade do processo produtivo, *lead-times* curtos e uma gestão forte.

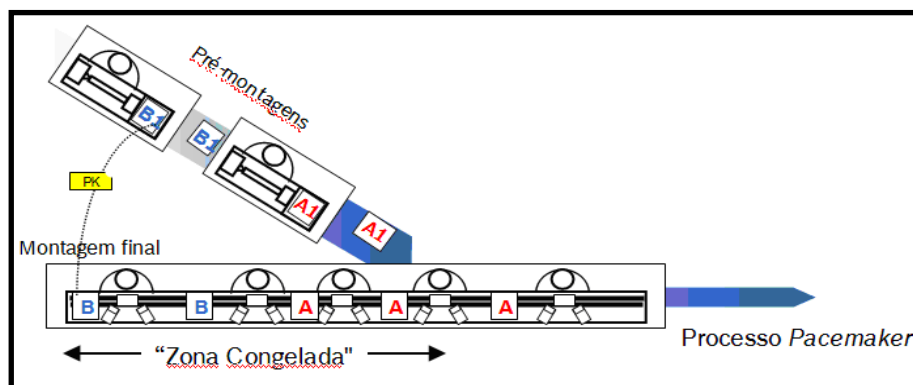


Figura 7 - Just In Sequence (BOSCH, 2006a).

Outro modo de execução do *Pull* é através do controlo de produção (fig. 8). Este modo caracteriza-se por um desacoplamento de processos através de buffers controlados, abastecimento directo/instantâneo a partir de supermercados e é o consumo que gera ordens de produção. Neste modo, tal como no primeiro, a sequência é determinada pelo processo *pacemaker*. Este modo de execução é o mais básico e amplamente utilizado pelas empresas. Como característica mais positiva destaca-se a capacidade de fornecer à linha/célula todos os materiais necessários num curto espaço de tempo. Por outro lado, necessita de uma enorme quantidade de espaço e inventário, podendo-se tornar impraticável caso o número de componentes a incluir for excessivamente elevado.

³ Área usada para armazenamento temporário de componentes

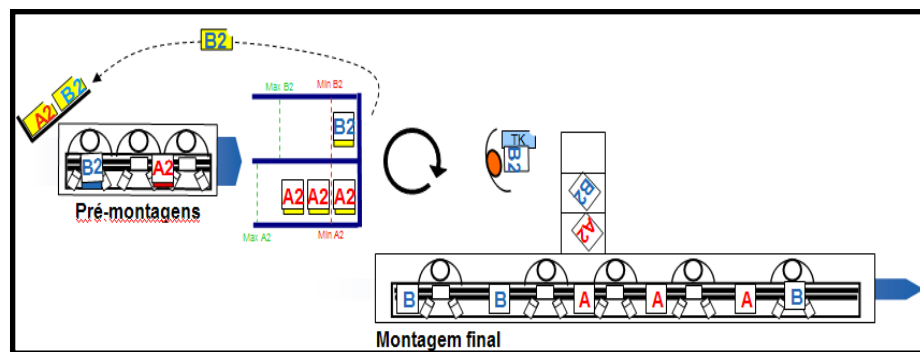


Figura 8 - Controle de produção (BOSCH, 2006a).

O terceiro modo é uma mistura dos primeiros dois modos de execução do *Pull*. Um sistema misto justifica-se quando se pode aplicar a regra dos 80/20, onde uma pequena percentagem de componentes (20%) tem uma procura irregular. Normalmente é efectuada uma análise ao volume de componentes utilizado, e classificados por (A) elevado, (B) médio, (C) reduzido, e (D) infrequentes. Para se trabalhar com os componentes de volume inconstante é criado um *kanban* especial que representa uma capacidade, em vez do número de componentes fixos normalmente utilizado. A sequência de produção para os componentes tipo D é depois determinada pelo departamento que nivela a produção. Este sistema misto permite ser aplicado de forma selectiva e usufruir do benefício individual de cada modo de execução, mesmo em ambientes em que a procura é complexa e variada. Este sistema também torna o balanceamento da produção e a detecção de condições anormais mais difícil, logo é necessário muita disciplina para o sistema misto funcionar eficientemente. Este sistema é particularmente eficaz quando a maioria dos itens têm uma procura estável, e alguns itens infrequentes são também necessários. Requer estabilidade diária dos equipamentos e um controlo de produção misto.

A produção ao funcionar num sistema *Pull* vai usufruir de diversas vantagens consequentes do método de funcionamento: os tempos de reposição constantes; a garantia de total disponibilidade de material; as ordens de produção cíclicas e com frequência elevada; os meios simples de controlo para todos os colaboradores; os níveis máximos e mínimos de stock definidos; incremento da transparência dos processos e por último a garantia de 100% nível de serviço.

2.2.2 - Princípios *Pull*

Qualquer Sistema *Pull* necessita de uma série de princípios básicos que a organização deve providenciar. Esses princípios são por isso pressupostos preponderantes para a execução do *Pull* ao nível operacional. Desses princípios vão ser aqui destacados apenas dois, que se relacionam intrinsecamente com o projecto.

2.2.2.1 - Interacção entre a Produção e Logística

Num ambiente *Lean* existe uma profunda sincronia entre a Logística e a Produção com o propósito de definir que produtos e que quantidades é que devem ser manufacturadas. Esta interacção proporciona estabilidade na Produção e permite á Logística dimensionar toda a cadeia de valor e garantir o fornecimento de componentes.

A secção de Logística é o propulsor de toda a cadeia produtiva, garantindo o fluxo de materiais desde a encomenda a fornecedores até à entrega aos clientes finais. Para atingir a eficiência é necessário desenvolver e aplicar diferentes técnicas, tais como: o “*point of use provider*” que tenta garantir que todo o fluxo de matéria-prima necessário á produção é entregue no menor volume, na distancia mais curta, no tempo necessário e com a informação necessária; o “*ship to line*” que disponibiliza a matéria-prima que é necessária á produção directamente no ponto onde é consumida, evitando assim o armazenamento e inspecções de qualidade; a “Produção para o tempo de *takt*” que define que quantidades se devem produzir por unidade de tempo respondendo às variações da procura. Concluí-se que a interacção e coordenação constante com a produção, através da execução destas técnicas, do planeamento e controlo eficiente de todo o abastecimento e pondo em prática os sistemas de melhoria contínua, formam um dos Princípios chave da execução dos Sistemas *Pull*.

2.2.2.2 - Nivelamento da Produção

Para se iniciarem as ordens de produção é necessário executar o nivelamento da produção (fig. 9). Este Princípio pode ser definido como uma separação entre as ordens de produção e as ordens de encomenda dos clientes, tendo em conta a capacidade disponível de todos os processos (inclusive processos preliminares) e a procura. Define e controla a produção de forma regular, constante e consequentemente standard com o apoio de formação de lotes adequados.

Todos os mercados apresentam comportamentos distintos e irregulares e todos eles sofrem variações na sua procura ao longo do tempo. Este tipo de comportamento inviabiliza um cenário onde as ordens de produção são coincidentes com a procura dos clientes. Inicialmente a Toyota tentou acompanhar a procura, produzindo em pequenos lotes e respondendo às necessidades dos clientes de forma quase imediata, no entanto este comportamento viria a se tornar obsoleto, já que provocava diversos constrangimentos em termos produtivos. Originava desequilíbrios na carga de produção, excessivas trocas de referências de produção e muitos tempos de inactividade dos recursos.

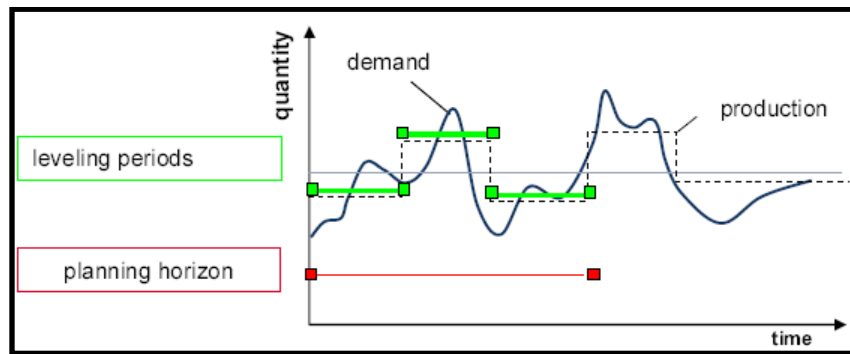


Figura 9 - Nivelamento da produção (BOSCH, 2006b).

Para contornar os problemas originados foi adoptada uma solução que agrupava as referências iguais e produziam de uma vez só toda a quantidade de cada referência. Esta solução apesar de resolver o problema das excessivas alterações de referência veio provocar novas complicações no sistema produtivo e na satisfação dos clientes. Depois destas tentativas frustradas foi adoptado a técnica de nivelamento da produção. Esta técnica define uma sequência normalizada tanto no “mix” de produtos (variação dos modelos a produzir) como nas quantidades a produzir (volume a produzir por referência).

Para definição da melhor sequência de produção é obrigatório possuir conhecimentos de vários factores que influenciam directamente a produção, tais como: tempos de produção, números de mudanças de referências, tempos de setup, tamanho dos lotes, recursos humanos, tempo de *takt*, processos gargalo, etc. Este conhecimento intrínseco do sistema produtivo vai se repercutir na qualidade da sequência definida e consequentemente no plano de produção.

O nivelamento veio dinamizar mais todo o sistema produtivo, pois consegue-se alcançar diversas melhorias a múltiplos níveis comparativamente com os outros sistemas utilizados. As melhorias mais importantes resultantes da adopção deste sistema foram: redução de stocks, utilização equilibrada dos recursos, flexibilidade, normalização e o abrandamento dos consumos de matéria-prima.

2.2.3 - Elementos do Sistema *Pull*

Os elementos *Pull* são as ferramentas e métodos que controlam toda a Produção a nível operacional. Cada elemento tem um papel específico dentro do sistema, e a sua aplicação só é viável quando todos os elementos estão a funcionar de forma síncrona e precisa.

2.2.3.1 - Supermercado / Célula Logística

Como foi descrito anteriormente, o conceito de supermercado teve as suas origens nos anos 50 quando o Sr. Ohno se deslocou a América. Ele ao observar o funcionamento das mercearias percebeu que podia utilizar o conceito de supermercado como um local onde o cliente consegue adquirir o que precisa, no momento certo e nas quantidades desejadas. Ele pegou no conceito de supermercado e adaptou a metodologia de forma análoga aos processos produtivos. Desta forma um processo era como um supermercado para outro processo mais avançado na cadeia de valor (fig. 10).



Figura 10 - Exemplo de um supermercado de produto acabado (Imagem obtida no interior da BT).

O processo cliente consumia os materiais que pretendia do processo fornecedor, e em seguida, o processo fornecedor restabelecia as quantidades e os materiais consumidos no seu Supermercado. A aplicação deste modo de operar em todos os processos da cadeia de valor dá origem a um sistema global a funcionar em *Pull*. Mas este funcionamento em *Pull* não aplica a filosofia *Just in time* a 100%. Como já foi referido anteriormente só se consegue uma perfeita harmonia com a filosofia JIT quando se produz de forma síncrona. Ao utilizar Supermercados/Células Logísticas, estão a ser produzidos componentes antes de serem necessários no processo cliente. Este facto significa que existe stock e que existe produção antes de ser necessária o que contraria a filosofia JIT, pois não existe um fluxo produtivo contínuo.

Convém então perceber as vantagens da utilização de supermercados. Estas vantagens são mais perceptíveis e com mais impacto em sistemas produtivos com grau elevado de complexidade.

A existência de processos com tempos de produção muito baixos, ou com tempos de setup muito elevados, ou que sejam muito afastados entre si, ou mesmo os que têm *lead-times* elevados, inviabilizam o modo de execução JIS.

Para se adquirir uma correcta noção do conceito supermercado/Célula Logística é necessário conhecer a sua definição e características principais (tabela 3).

Tabela 3 - Diferença entre o Supermercado e uma Célula Logística.

	Supermercado	Célula logística
Definição	Conjunto de racks ⁴ , sendo que cada rack apenas possui material da mesma referência	Conjunto de racks, sendo que cada rack apenas possui material da mesma referência
Uso	Transporte	Transporte
Picking ⁵	Feito à caixa ou carro logístico	Feito à peça ou ao conjunto de peças

Como se pode constatar, a única diferença entre um supermercado e uma célula logística é a forma de *picking* dos componentes. Como a diferença entre estes dois conceitos é mínima, e numa mesma estante poder-se efectuar os dois tipos de *picking* de material para diferentes componentes, optou-se por se utilizar a abreviatura S/CL para uma melhor e mais rápida compreensão. Para uma utilização correcta todos os S/CL devem obedecer a determinadas normas, tanto ao nível de dimensionamento, como ao nível uso:

- A capacidade do S/CL é limitada, logo no processo de dimensionamento é necessário conhecer os consumos dos clientes.
- Existe um lado exclusivo para a recepção de material e o lado oposto é utilizado para o picking, garantindo assim a regra FIFO.
- A afectação dos materiais tem de obedecer a regras de ergonomia e de posicionamento.
- Os S/CL devem estar identificados com a listagem de fornecedores e clientes, e devem ter uma altura máxima que permita a sua utilização sem recorrer a equipamentos externos.
- A localização dos S/CL deve ser próxima do processo fornecedor.
- Só é admitida a reposição de matérias caso contenham *kanban*.

Existem vários factores que condicionam directamente um S/CL, e resultam das especificações dos processos fornecedores e clientes (fig.11). Estes factores determinam a área necessária, a localização, a forma, a capacidade, etc. O nível de especialização de cada S/CL pode ser bastante variável e a sua construção deve ser adaptada aos processos com os quais interage directamente.

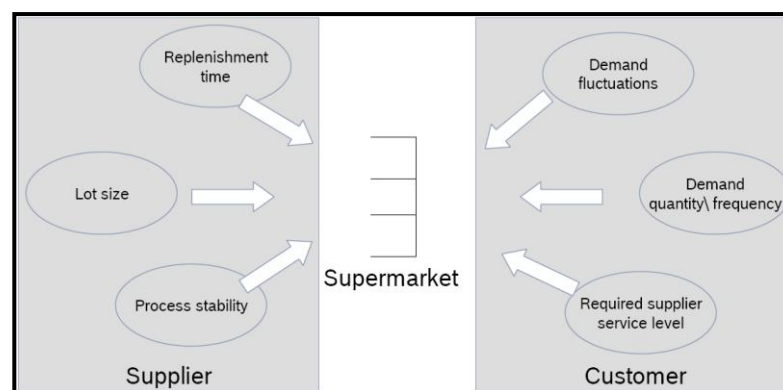


Figura 11 - Factores que influenciam um Supermercado (BOSCH, 2008a).

⁴ Local específico de uma estante para depósito e levantamento de material. Para deslize do material do ponto de depósito para o local de picking são utilizadas calhas de rolamentos.

⁵ Acção que o operador executa para pegar nos componentes

A utilização de S/CL têm uma importância extrema no bom desempenho dos sistemas *Pull*, porque garantem o controlo dos materiais e quantidades, facilitam o processo de abastecimento e asseguram o fornecimento de materiais aos processos clientes. Apesar de não cumprirem na totalidade com os princípios JIT, são fundamentais no funcionamento de qualquer sistema de produção *Pull*.

2.2.3.2 - Kanban

O *kanban* teve o seu aparecimento agregado ao aparecimento dos supermercados e pode-se afirmar que a sua utilização complementa-o. A palavra *kanban* é de origem nipónica e a sua tradução em português é “cartão” ou “etiqueta”.

No início da sua utilização na Toyota, apenas continha indicações relativas á referência do material e às quantidades de esse material, e tinha como função gerar uma nova ordem de produção ao processo a montante sempre que eram consumidos componentes no processo cliente. Este modo de aplicação facultava o controlo de produção já que era sempre o cliente a dar ordens de produção ao fornecedor, e garantia uma gestão do stock muito mais eficaz.

Na actualidade o uso dos *kanbans* foi generalizado e amplamente melhorado, dando origem ao “sistema *kanban*”. Este sistema adapta as potencialidades do *kanban* em toda a cadeia de valor controlando assim todo o fluxo de materiais. Para a sua aplicação devem ser criados diferentes tipos de *kanbans* e cada tipo deve conter informação específica adaptada ao tipo e ao material.

Na figura 12 pode-se ver um exemplo de um *kanban* da empresa BOSCH Termotecnologia, e posteriormente são identificados os campos mais importantes e as suas principais funções.

BOSCH		Purchase Parts Transport Kanban		Purchase Parts Transport Kanban		BOSCH	
(1) Part number	(2) Description	(3) Supplier	(4) Customer	(5) Quantity	(6) Unit	(7) Pack. type	(8) Kanban number
(9) Quantity	(10) Supplier data / Local use	(11) Mikron code	(12) Symbol	(13) Kanban quantity	(14) Kanban quantity	(15) Issue	(16) Date of issue
(17) Delivery schedule	(18) Kanban number	(19) Kanban quantity	(20) Issue	(21) Date of issue	(22) Kanban number	(23) Kanban quantity	(24) Issue

Figura 12 - Exemplo do *kanban* da BT (BOSCH, 2006a).

No *kanban* é possível visualizar os campos destinados a preenchimento obrigatório com as seguintes informações:

- 1) Referência da peça
- 2) Designação da peça
- 3) Fornecedor

- 4) Cliente
- 5) Quantidade
- 6) Unidade
- 7) Tipo de caixa em que é transportado
- 8) Número do *kanban*
- 9) Posição do *kanban*
- 13) Emissor

Para um uso correcto é necessário cumprir com algumas regras básicas de funcionamento. O processo cliente deve consumir apenas os produtos indicados no *kanban*, e o processo fornecedor só pode produzir de acordo com a sequência e quantidades indicadas pelos *kanbans*. Todos os componentes produzidos, transportados ou entregues devem conter o *kanban* de identificação.

As funções do *kanban* num sistema de produção são:

- Informação de transporte
- Informação de produção
- Prevenção do excesso de produção e de transporte
- Identificação dos materiais
- Controlo de inventário

O uso deste sistema através da aplicação dos vários tipos de *kanbans* proporciona o controlo das operações logísticas em toda a cadeia de valor (fig.13), mas para uma utilização eficiente é necessário saber calcular o número ideal de *kanbans* para cada produto. Para efectuar este cálculo é preciso ter em conta dois aspectos chave. A satisfação das necessidades do cliente e a redução do nível de stock. Por um lado é preciso assegurar que existe quantidades suficientes para responder as necessidades dos clientes e para prevenir rupturas de stock. Por outro lado é fundamental trabalhar com o menor quantidade de stock possível de forma a reduzir possíveis desperdícios. O cálculo do número de *kanbans* vai ser fundamental para o cumprimento destes aspectos.

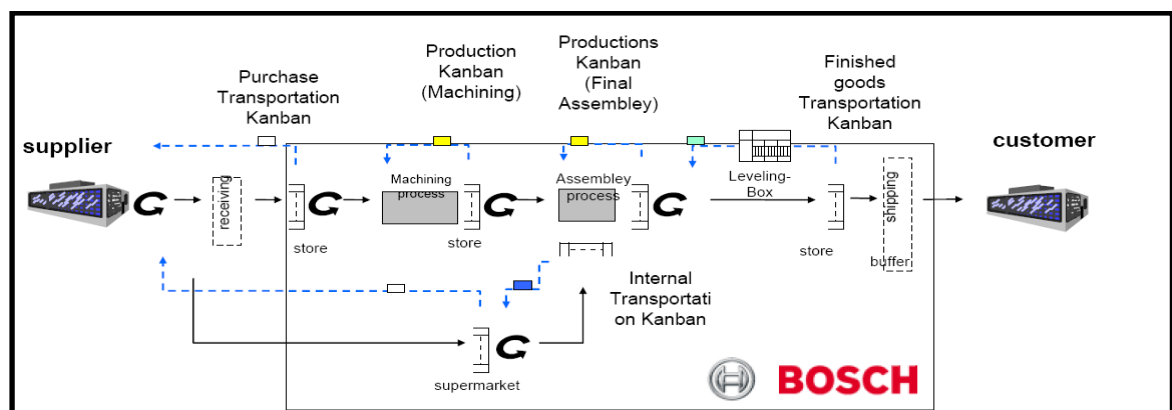


Figura 13 - Exemplo do uso dos vários tipos de *kanbans* na cadeia de valor (BOSCH, 2006a).

Estes cálculos encontram-se integrados na área de gestão de stocks e dependem dos mesmos parâmetros que os vários modelos de gestão de stocks utilizam. Em seguida identifica-se alguns destes parâmetros:

- Consumos dos clientes
- Factor de segurança
- *lead-time*
- Tamanho de lote

Definições utilizadas para o cálculo do número de *kanbans*:

SNP (*Standard Number of Parts*) - Número de peças por *kanban*. É o número de peça standard utilizadas no processo *pacemaker*. Constitui a base para os ciclos *kanban* nos processos fornecedores (quantidade por *kanban*).

EPEI (*Every Part Every Interval*) - Frequência de produção da mesma referência (*high runners* / exóticas). Normalmente expresso em dias.

WIP (Work In Process) - Número de peças existentes entre dois postos de trabalho.

Tamanho de lote de produção - Número mínimo de peças por referência que pode ser produzido de uma só vez antes de outra referência ser produzida (exemplo: o lote mínimo de produção são 2 paletes = 800 peças).

Tamanho de lote de transferência - Quantidades recolhidas pelo fornecedor (pode ser diferente do tamanho de lote de produção).

Para o cálculo do número de *kanbans* foram utilizadas as fórmulas, parâmetros e variáveis elaboradas pelo sistema de produção da BOSCH (BPS):

$$K = RE + LO + WI + TI + SA$$

K - Número de *kanbans*

RE - Cobertura do tempo de reposição

LO - Cobertura do tamanho de lote

WI - Cobertura para o pico de consumo do cliente

TI - Cobertura para a diferença entre a duração do turno do fornecedor e do turno do cliente

SA - Factor de segurança

Parâmetros e fórmulas necessárias ao cálculo do número de *kanbans*:

RE – Cobertura do tempo de reposição para o consumo médio (o período pode ser um turno, um dia, uma semana; normalmente o período considerado é um dia)

$$RE = \frac{PR \cdot RT_{loop}}{POT \cdot SNP}$$

LO – Cobertura do Lote de Produção (só se $LS > SNP$)

$$LO = \left(\frac{LS}{SNP} - 1 \right)$$

WI – Cobertura do pico de consumo (só se $WA > LS$; caso contrário $WI = 0$)

$$WI = \frac{WA}{SNP} - RE$$

TI – Cobertura dos tempos de turno (quando turnos dos cliente e fornecedor são diferentes)

$$TI = \frac{PR}{POT \cdot SNP} \cdot |T_{customer} - T_{supplier}|$$

SA – Cobertura de segurança

$$SA = \frac{PR \cdot ST \cdot 60}{POT \cdot SNP}$$

Tabela 4 - Variáveis usadas no cálculo do número de *kanbans*.

<i>Variáveis</i>	
PR	Necessidade por período [Pcs/Período]
RTloop	Lead Time de reposição [min]
SNP	Número Standard de peças [Pcs]
NPT	Tempo planeado de operação [min/Período]
LS	Tamanho do lote [Pcs]
ST	Tempo de segurança [h]
WA	Quantidade retirada [Pcs]
Tcustomer	Duração do turno cliente [min]
Tsupplier	Duração do turno fornecedor [min]

O RT_{loop} é o somatório dos diferentes tempos gastos no processo de abastecimento, e encontram-se representados na figura 14.

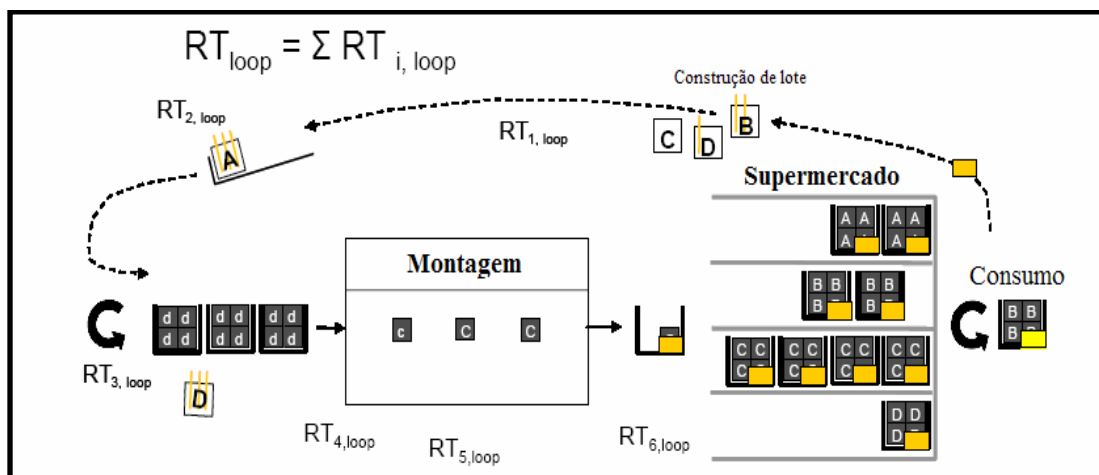


Figura 14 - Tempos de reposição (BOSCH, 2006a).

- RT1, loop - Tempo de formação do lote (ordem de produção) e/ou tempo de espera no sequenciador de produção junto ao supermercado de produto acabado
- RT2, loop - Tempo de espera no sequenciador de produção junto ao posto de trabalho
- RT3, loop - Tempo que o *milk run* demora a disponibilizar os componentes necessários à produção
- RT4, loop - Tempo de mudança de referência (tempo de setup)
- RT5, loop - Tempo de produção de um lote
- RT6, loop - Tempo de transporte do lote produzido para o supermercado de produto acabado

Etapas para o cálculo do número de *kanbans*:

1. Análise do perfil de consumo do cliente
2. Análise ABC das peças
3. Cálculo de capacidades (capacidade existente de produção, capacidade necessária para cumprir com os pedidos do cliente, tempos de mudança de ferramentas, etc.)
4. Cálculo do EPEI
5. Cálculo do tamanho de lote de produção
6. Cálculo do número de *kanbans*

Os conteúdos expostos referentes ao cálculo de *kanbans* apenas revelam uma fracção do que é necessário para uma correcta aplicação dos mesmos. Dependendo dos processos, podem ser necessários mais cálculos suplementares, que não se encontram aqui referidos por não terem sido necessários na resolução do problema.

2.2.3.3 - Caixa de Logística

A Caixa de Logística é um instrumento que desempenha o papel de controlo visual das encomendas, onde cada pedido é transformado num *kanban* com as respectivas quantidades e prazos de entrega, funcionando como um buffer antes da caixa de nivelamento e accionando todo o sistema de ordens de produção. A figura 15 exemplifica as etapas que cada um destes *kanbans* de produto acabado percorre ao longo da cadeia de valor.

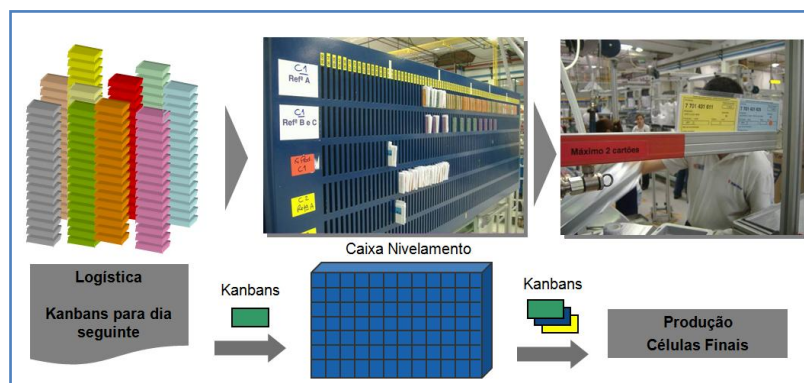


Figura 15 -Percurso de *kanbans* (BOSCH, 2007).

A procura, na maioria das situações, apresenta um comportamento dinâmico e irregular que dificulta um planeamento da produção com base no cumprimento dos prazos de entrega. Para se cumprir com estes prazos é necessária uma análise extensiva dos prazos de entrega, e em seguida deve ser nivelada a produção em concordância com estas restrições temporais.

Para uma utilização proveitosa deste elemento é essencial um planeamento da produção bem definido e exequível, e nesta fase em que se define as quantidades e modelos a produzir não podem existir erros, pois irão se repercutir ao longo de toda a cadeia produtiva.

2.2.3.4 - Caixa de Nivelamento

A caixa de nivelamento é o elemento do sistema *Pull* que desempenha a função de nivelamento da produção num horizonte temporal normalmente reduzido (24 horas).

Para nivelar a produção são inseridos os *kanbans* de produto acabado dentro da respectiva caixa na ranhura de acordo com o modelo e da hora que se pretende a disponibilidade desses produtos. Esta caixa representa assim um planeamento diário que só deve estar disponível para os processos *pacemaker* tais como as linhas finais (fig.16).

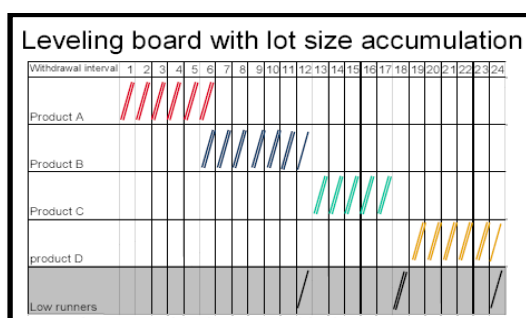


Figura 16 - Exemplo de uma caixa de nivelamento (BOSCH, 2006b).

Apesar de não cumprir na totalidade com os conceitos *Pull* pois existe um plano de produção, esta ferramenta é essencial para reagir às flutuações na procura. É importante destacar que os intervalos de tempo utilizados na caixa de nivelamento correspondem ao tempo de ciclo dos abastecedores das linhas finais. Cada *kanban* tem um tempo de produção igual ao tempo de ciclo do abastecedor da linha final, assegurando assim o controlo do ritmo de produção e garantindo que o abastecimento seja executado em sincronia com o que está a ser produzido.

2.2.3.5 - Sequenciador de produção

Quando se utiliza o sistema *kanban* as ordens de produção que cada *kanban* representa devem seguir uma ordem produção designada por FIFO. Isto significa que o primeiro *kanban* a entrar é o primeiro a sair, ou seja, deve-se cumprir a sequência de produção. Estas ordens de

produção encontram-se expostas no sequenciador de produção. O sequenciador normalmente é constituído por um barra metálica com uma ranhura onde se colocam os *kanbans* expondo assim a sequência de produção desejada (fig.17).



Figura 17 - Sequenciador de produção (Imagem obtida no interior da BT).

Os sequenciadores encontram-se junto a cada célula de produção, normalmente encostados ao primeiro posto de trabalho. De cada vez que o processo a jusante consome determinado componente é enviado um *kanban* de produção para o processo a montante restituir esse componente, e esse *kanban* vai ser colocado no sequenciador atrás de todos os *kanbans* postos no sequenciador. Este comportamento origina a sequência de produção da célula de acordo com a regra FIFO e permite identificar quando é necessário um reforço da capacidade (quando a fila de *kanbans* está constantemente a aumentar).

2.2.3.6 - Milk run

O termo *milk run* tem origem na palavra japonesa Mizusumashi que designa o termo “abastecedor”. Pode então definir-se que um *milk run* é um operador logístico responsável pelo fluxo de material. É constituído por um veículo de tracção (normalmente designado por mota), conduzido por um operador e transporta um certo número de carros logísticos atrelados à “mota” onde são acondicionados os materiais a abastecer. Este conjunto forma um comboio logístico ou *milk run* (fig.18).

Todos os abastecimentos realizados por *milk runs* obedecem a regras específicas que conduzem a um comportamento standard. Cada *milk run* executa uma rota normalizada, um tempo de ciclo fixo e pontos de paragem obrigatórios. Isto garante que cada um faça as viagens indispensáveis no período de tempo certo e transportando o imprescindível. Assim elimina-se todas as acções possíveis de gerar desperdício. Como todo o fluxo de componentes não acrescenta valor ao produto final é importante definir bem o fluxo de abastecimento minimizando a quantidade de desperdício gerada.



a)



b)

Figura 18 - Exemplo dos elementos que constituem um *milk run*. a) Carros logísticos usados na BT.
b) Comboio logístico (BOSCH, 2006d).

Todo o trabalho realizado por qualquer tipo de *milk run* assenta sobre as mesmas funções:

- Movimentar os *kanbans* de produção dando assim as ordens de produção aos processos integrados na sua rota.
- Recolher as caixas para novo abastecimento.
- Repor o material para consumo nos processos.

Como se pode constatar os *kanbans* fazem parte integrante do trabalho de um *milk run* e são eles que o “controlam”. O tempo de ciclo de um *milk run* está directamente proporcional á quantidade de inventário. Quanto menor for o ciclo menor é o inventário, e consecutivamente maior é a frequência de abastecimento.

3 - ABORDAGEM *LEAN* NA BOSCH TERMOTECNOLOGIA

3.1 - Grupo BOSCH

O Grupo BOSCH nasceu de um homem, Robert Bosch, que através da sua visão simples e audaz, aliada á sua capacidade empreendedora desenvolveu uma multinacional com grande notoriedade a nível mundial, multinacional essa que se distingue pela inovação tecnológica, responsabilidade ecológica e social e capacidade de adaptação às exigências dos consumidores. Estas competências nucleares proporcionam ao grupo BOSH um domínio em diversos sectores de negócio, que se reflecte na extensa diversidade de produtos com a marca BOSCH que são sinónimo de fiabilidade, inovação e conforto. Produtos como auto rádios, acessórios para automóveis, sistemas de injeção, electrodomésticos, esquentadores, ferramentas eléctricas, sistema de navegação, sistemas híbridos, equipamentos hidráulicos e pneumáticos, são alguns exemplos de produtos topo de gama desenvolvidos pelo Grupo (fig. 19).

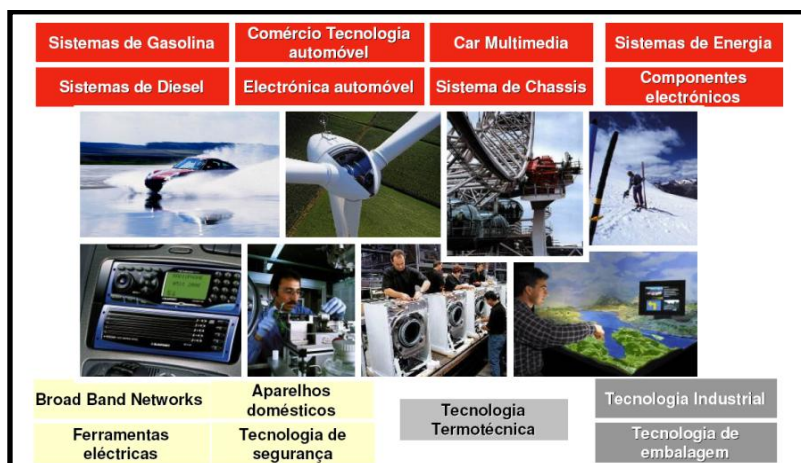


Figura 19 - Exemplo de produtos BOSCH (BOSCH, 2007).

O aparecimento da divisão Termotécnica emergiu da integração da *Junkers & Co*, fundada por Hugo Junkers, com a *Robert Bosch GmbH*, iniciando assim a sua actividade através do desenvolvimento e comercialização de aparelhos de aquecimento. Na actualidade a divisão é constituída por 18 fábricas dispersas pela Europa e América do Norte, e é a principal produtora europeia de esquentadores, caldeiras e colectores solares.

3.2 - BOSCH Termotecnologia

A Empresa Vulcano iniciou a sua actividade em Cacia, Aveiro, no ano de 1977. Este início resulta de um contrato de licenciamento com a empresa *Robert Bosch*, que forneceu a tecnologia utilizada na produção de esquentadores Junkers. O uso dessa tecnologia na

sendo apenas 30% desses fornecedores nacionais. O número total é bastante variável, mas previa-se que no final do ano de 2008 existiam cerca de mil fornecedores aproximadamente.

3.2.1 - Princípios e estrutura da BOSCH Termotecnologia

A empresa BOSCH Termotecnologia tem como visão a liderança mundial no conforto de água quente e rentabilidade, e para alcançar os seus objectivos conta com forte envolvimento e dedicação dos seus colaboradores. É composta por três áreas principais de funcionamento: Financeira, vendas e técnica. Este projecto desenvolve-se dentro da área técnica que controla todos o processo produtivo e desenvolve actividades e projectos de optimização de resultados. Dentro desta área encontram-se vários departamentos tais como Qualidade, Desenvolvimento, Gestão de projectos, Melhoria Contínua, Logística etc.

É dentro do departamento de Logística que se integra o caso de estudo abordado. A logística é um departamento que se encontra subdividido em 6 secções com funcionalidades distintas:

- LOG 1 – Serviço ao cliente
- LOG 2 – *Procurement* & Planeamento da produção
- LOG 3 – Armazenamento e expedição
- LOG 9 – Gestão da informação
- LOG P – Projectos logísticos
- LOG Interna – Fluxo de materiais

Foi na subdivisão da Logística Interna, que é a divisão responsável por todo o fluxo de material dentro da fábrica desde o momento que entra no armazém até ao ponto de consumo, que foi desenvolvido o projecto de estágio.

3.2.2 - Contexto do trabalho

O caso de estudo abordado neste projecto concentra-se numa área específica inserida na divisão S871, onde se localizam as células finais de produção e a secção de preparações (fig.23).

A secção de preparações encontrava-se dividida em duas áreas com diferentes funcionalidades. Uma das áreas era utilizada para preparação dos conjuntos de acessórios para as Células de produção nº 1, nº2 e nº3. A outra área era utilizada como S/CL de componentes para a Célula de produção nº4 e preparação dos conjuntos de acessórios dessa mesma célula, sendo essa a zona problemática (fig.22). Como objectivo final, pretendia-se que essa área sofresse uma reestruturação, reunindo nessa área os processos de preparação de acessórios para a Célula 4 e Linha 5.



Figura 22 - Supermercado de CA da C 4 (Imagem obtida no interior da BT).

No cenário inicial identificaram-se vários desperdícios resultantes dos processos realizados naquela zona: quantidades de stock desproporcionais às reais necessidades, movimentações desnecessárias dos operadores na preparação dos conjuntos de acessórios, locais do supermercado ocupados com componentes obsoletos, inexistência de *kanbans*, o processo de produção de CA descentralizado, etc. Para eliminar todas estas fontes de desperdício era fundamental reformular os processos que se executam neste local, utilizando como ferramentas os elementos *Pull*.

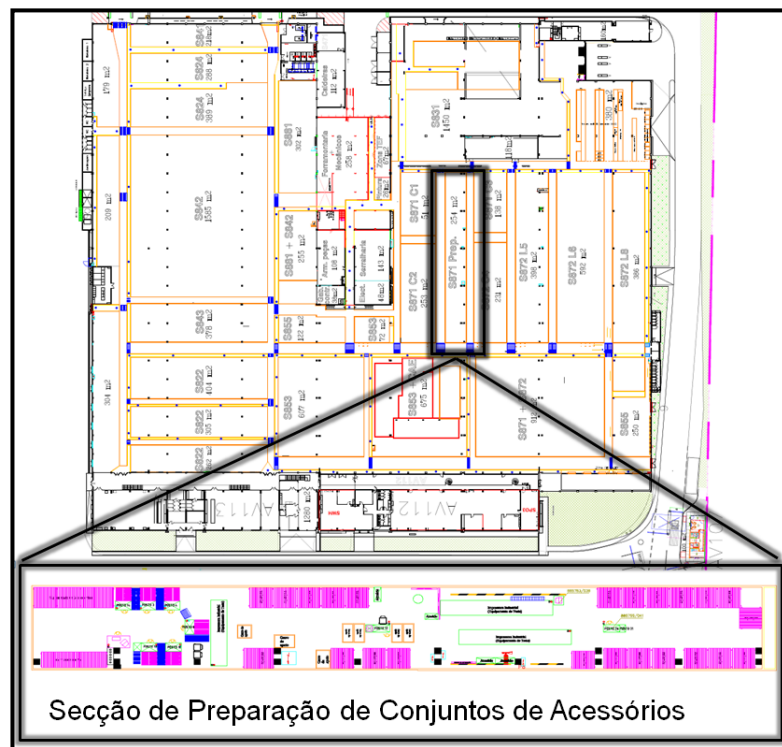


Figura 23 - Localização e Layout da Secção de Preparação de CA.

4 - METODOLOGIA

O projecto de estágio proposto pela BOSCH Termotecnologia visa a optimização do processo de criação de Conjuntos de Acessórios. Para se conseguir alcançar este objectivo é decisivo utilizar uma metodologia com base nos fundamentos teóricos *Lean*, e aplicar esses fundamentos no caso prático em concreto. Na tabela 5 encontra-se uma metodologia genérica para abordar a resolução de problemas no contexto das funções operacionais de uma organização, tendo sido adaptado de “*Teaching Lean Production in an MBA Curriculum*” por Phoebe Sharkey (2009).

Tabela 5 - Método de resolução de Problemas em funções operacionais.

<i>Fases</i>	<i>Ações / Tarefas chave</i>	<i>Ferramentas primárias</i>
Definição do Problema	<ul style="list-style-type: none"> - Reunião de uma equipa apropriada - Identificação de oportunidades - Registo do Problema - Perceber a voz do consumidor - Definição de inputs e outputs do processo - Ouvir a voz dos colaboradores 	Gráfico de Pareto Histogramas Benchmarking
Mapeamento do Processo Avaliação/	<ul style="list-style-type: none"> - Recolha das informações do processo - Criação de um mapa do processo na situação inicial - Gráficos sobre a procura/frequência, - Estudo dos tempos, fotografias - Diagrama do fluxo de trabalho e dos operadores 	Diagrama do fluxo de trabalho Mapa do fluxo do processo Value Stream Mapping Spaghetti Diagram
Análise do Processo	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação do desperdício, do valor, e das actividades sem valor acrescentado - Encontrar causas e não sintomas - Identificar, organizar, e definir prioridades - Seleccionar e verificar a origem das causas - Validação da definição do problema - Definir possíveis informações adicionais necessárias 	Diagrama de Ishikawa Gráfico Causa-Efeito “ 5 Porquês” Brainstorming Gráfico de afinidades
Implementação das soluções / Planeamento de melhorias	<ul style="list-style-type: none"> - Concepção de todas as possíveis soluções - Classificação das soluções e selecção da melhor - Criação de um registo sobre a solução definida - Desenvolvimento de métricas de performance - Comunicação e implementação da solução - Medição dos resultados - Determinação do tempo necessário de acompanhamento. 	Brainstorming Análise de impacto Folha de registo de acções Actualização: Progresso, Problemas, Planos
Avaliação, Revisão e sustentação	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação dos resultados das modificações - Compilação das lições aprendidas - Acompanhamento a folha de registo de acções - Desenvolver a melhoria contínua no processo - Estandarização das modificações 	Plano de acções correctivas Gráfico de Pareto Folha de registo de acções

Esta metodologia foi desenvolvida para abordar a grande maioria dos problemas, e independentemente da dimensão dos processos. Como o projecto em causa é de dimensão média, não exige uma utilização de todos os recursos, acções e ferramentas, logo vai ser

integrado na realidade do problema em causa, efectuando-se um aproveitamento das acções e ferramentas obrigatórias para resolução do problema.

Na fase inicial, ao ser efectuado a síntese e registo do problema, identificaram-se os objectivos principais que teriam que ser atingidos para a resolução do problema. Foram registados os seguintes objectivos primários:

- Definição de Conjuntos de Acessórios para os modelos da Linha 5
- Optimização do processo de criação de CA
- Definição do Supermercado/Célula Logística da Célula 4

Cada um dos objectivos descritos tem diferentes níveis de complexidade, e a abordagem que deve ser utilizada para a sua resolução não é constante, pois varia mediante os standards e o *workflow* da empresa. Para cada um dos objectivos vai ser apresentado as acções que se devem desenvolver para a sua resolução:

Definição de Conjuntos de Acessórios para os modelos da Linha 5:

- Recolha das informações do processo
- Definição dos Conjuntos de Acessórios
- Validação dos Conjuntos de Acessórios com os responsáveis da Célula 4 e Linha 5
- Validação dos Conjuntos de Acessórios com o departamento da Qualidade
- Criação de referências para os Conjuntos de Acessórios
- Criação de um documento de alteração de estruturas (ECR)
- Validação da ECR e implementação das alterações no sistema informático.

Optimização do processo de criação de Conjuntos de Acessórios:

- Recolha das informações do processo
- Identificação do desperdício, do valor, e das actividades sem valor acrescentado
- Criação de um mapa do processo na situação inicial
- Redefinição do processo de abastecimento com base no sistema *Pull*
- Desenho da situação futura
- Definição de métricas de performance
- Cálculo do Supermercado / Célula logística para os Conjuntos de Acessórios
- Desenho de um protótipo de estante com melhoria dos parâmetros ergonómicos
- Criação de documentação de suporte para o processo
- Implementação do S/CL na Secção de Preparações
- Avaliação de resultados e planeamento de possíveis acções correctivas.

Definição do Supermercado / Célula Logística da Célula 4:

- Recolha das informações do processo
- Identificação do desperdício, do valor, e das actividades sem valor acrescentado
- Criação de um mapa do processo na situação inicial
- Redefinição do processo de abastecimento com base no sistema *Pull*

- Desenho da situação futura
- Definição de métricas de performance
- Cálculo do Supermercado / Célula logística
- Implementação do S/CL no armazém A01
- Avaliação de resultados e planeamento de possíveis acções correctivas.

5 - RESULTADOS OBTIDOS

Após uma breve exposição das diferentes metodologias e objectivos gerais, é fundamental visualizar a sua aplicação ao longo do estágio e perceber a correlação entre as diferentes abordagens na execução do projecto. Foi desenvolvido no Microsoft Project um cronograma das actividades para uma percepção global das actividades desenvolvidas no projecto de estágio (fig.24).

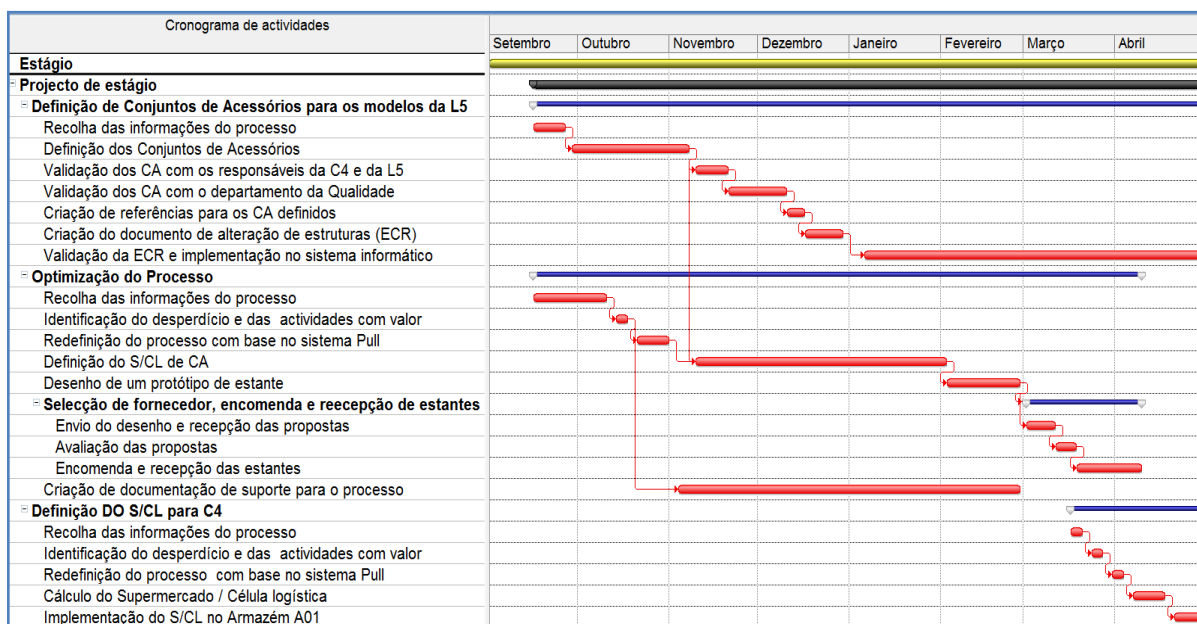


Figura 24 - Cronograma de Actividades.

A estrutura do capítulo encontra-se organizada de acordo com a sequência de actividades desenvolvidas no projecto de estágio. Para facilitar a compreensão integral do projecto foi sintetizada toda a recolha de informações acerca dos processos e da identificação dos desperdícios e das actividades com valor acrescentado.

5.1 - Recolha das informações dos processos

Na fase inicial foi feito uma observação exaustiva do funcionamento da Secção de Preparações. Foram identificados os fornecedores e clientes da secção, as sequências de operações executadas pelos operadores, o fluxo de materiais, o fluxo de informação e os principais problemas.

O principal fornecedor da secção das preparações é o armazém A01, pois a maioria de componentes que entram nos CA são componentes de compra (produzidos por fornecedores externos). No entanto existem secções que fornecem alguns componentes, tais como a S843 e S841, onde são produzidos tubos de ligação, acessórios, válvulas, etc. Os clientes finais da secção na situação inicial eram: C1, C2, C3 e C4.

Em seguida foi observada todas as acções que os operadores executavam para construir os conjuntos de acessórios na secção de preparações (fig.25).

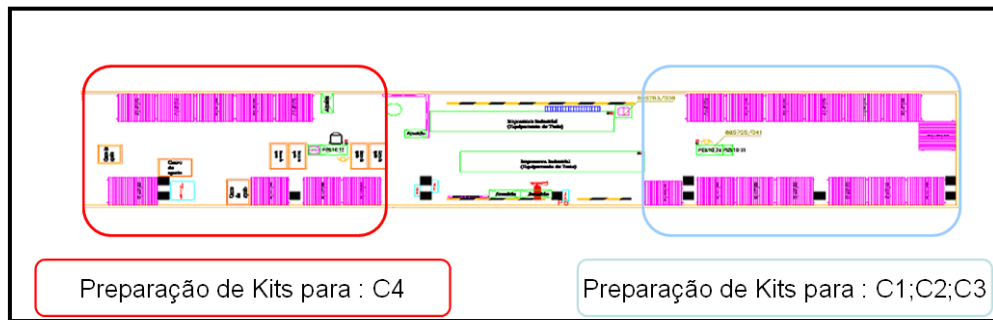


Figura 25 - Layout da secção de preparações.

As operações executadas em ambos os locais eram semelhantes, mas a zona de preparação de CA da C1;C2;C3 funcionava em *Pull*, proporcionando ao processo maior transparência, eficiência e automatização, contribuindo para uma melhor performance global.

Apesar de não existir um standard definido para o conjunto de tarefas desenvolvidas pelos operadores, a execução das mesmas encontrava-se relativamente normalizada e desenvolvia-se da seguinte forma:

- 1) O Operador olha para o plano de produção diário e identifica qual o CA a construir e quantas unidades são necessárias.
- 2) Procede á distribuição de sacos plásticos pelos 16 espaços do carro logístico
- 3) Transporta o carro para o local das estantes
- 4) Executa o picking dos componentes dos CA e procede à sua colocação nos sacos plásticos
- 5) Efectua a selagem dos sacos plásticos após incluir todos os componentes dos CA.

A sequência de *picking* dos componentes não é uniforme, pois depende do tipo de CA a criar. No entanto a generalidade dos CA eram criados através da seguinte sequência:

1. Impressos
2. Etiquetas
3. Manípulos
4. Acessórios
5. Conjuntos de fixação
6. Válvulas
7. Casquilhos
8. Tubos/Anilhas/Porcas

O fluxo de informação e de componentes pode facilmente ser compreendido com ajuda de um VSM que esquematize o funcionamento da secção. Com o VSM consegue-se perceber quais os problemas críticos a partir de uma linguagem simples, prática e de fácil interpretação (fig.26).

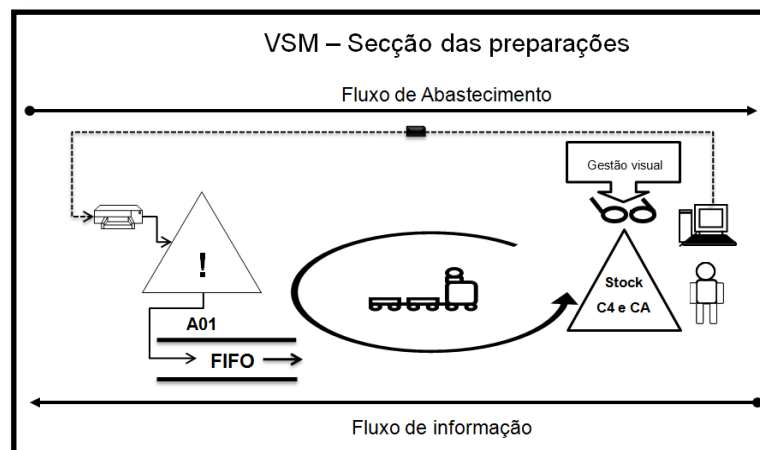


Figura 26 - VSM da Secção de preparação de Conjunto de Acessórios.

No VSM identifica-se o circuito interno que os componentes percorrem dentro das instalações, desde o local de recepção até ao local do consumo. Inicialmente é efectuado um pedido informático pelo Programa SAP no ponto de consumo, este pedido é enviado para o armazém e após a impressão do *kanban* informático ficar concluída, e um operador de armazém procede ao abastecimento do requisitado no *kanban*. Posteriormente os componentes são colocados no local de expedição que opera através da regra FIFO. Um *milk run* com rota normalizada efectua o *picking* no local de expedição e realiza o transporte dos componentes até ao local de destino, que no caso específico são estantes com o stock dos CA e dos componentes de compra da C4.

Após a análise e recolha de informações dos processos, foram detectados os seguintes problemas:

- O Controlo do stock para os CA e para os componentes da C4 era efectuado através de gestão visual, podendo originar quebras no abastecimento derivadas de erro humano
- A zona da secção das preparações da C4 continha estantes com baixo índice de organização (distribuição de componentes similares em estantes distintas, e distribuição de estantes ao longo do percurso de forma incoerente)
- Nível de stock desajustado com as reais necessidades
- Racks de estantes preenchidos com stock obsoleto
- Estantes com parâmetros ergonómicos desajustados para o processo
- A produção de CA para a L5 era desenvolvida na própria linha de produção, descentralizando o processo de criação de CA e duplicando os recursos humanos (fig.27)
- O operador da L5 necessitava de recorrer a uma aplicação informática para identificar quais os componentes a incluir cada vez que se produzia um novo modelo, devido á falta de CA definidos para aquela linha de produção (fig.28)
- Espaço não optimizado
- Movimentos desnecessários para produção de CA.



Figura 27 - Posto de trabalho de produção de CA da L5. a) Vista lateral esquerda. b) Vista Frontal (Imagens obtidas no interior da BT).

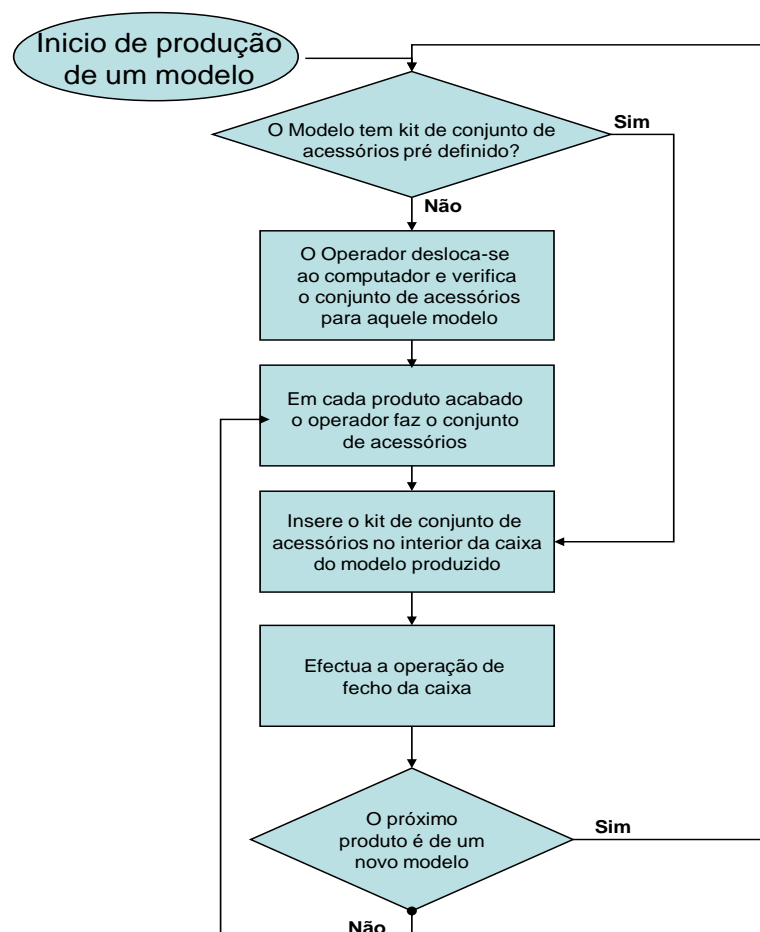


Figura 28 - Fluxograma de funcionamento inicial do processo de criação de CA da L5.

5.2 - Definição de novos Conjuntos de Acessórios

A existência de CA com referências associadas surgiu na tentativa de eliminação de erros no processo de criação de CA e nos respectivos fluxos de informação. Cada modelo de aparelho possuiu uma referência única tal como o Conjunto de Acessórios correspondente. Isto permite aos operadores recorrerem a uma aplicação informática que indica os componentes a incluir nos CA, eliminando substancialmente tempos de inactividade dos operadores.

Na fase inicial do projecto identificou-se a inexistência da maioria de CA definidos na aplicação informática utilizada pelos operadores para a criação dos CA da linha 5. Dos 153 tipos de aparelhos produzidos nessa linha, apenas 46 possuíam um CA com referência associada. Para os restantes 107 aparelhos foi necessário definir o respectivo CA. Este processo de definição envolve várias etapas, que garantem a integridade das informações a incluir no *workflow* da empresa e nas respectivas aplicações informáticas. Na etapa inicial identificou-se todas as referências de aparelhos da L5. Após a obtenção desses dados, passou-se à fase de apuramento dos constituintes dos CA para cada um desses aparelhos. Esta fase necessitou da colaboração dos operadores e responsáveis de linha para uma adjudicação correcta dos CA aos aparelhos. Após a definição dos CA dos 107 aparelhos, foi feito um exemplar de cada um dos CA para aprovação do departamento de Qualidade. Também foram identificados os CA mais volumosos e realizaram-se testes na linha de produção, para detecção de possíveis problemas de selagem dos aparelhos (fig.29).



Figura 29 - CA utilizado em testes na linha de produção (Imagem obtida no interior da BT).

Depois da aprovação de todos os CA pelo departamento de Qualidade, foi criado um pedido alteração de estruturas no *workflow* (ECR). Neste pedido é criado um ficheiro standard, que têm diversas normas de preenchimento e onde são incluídas todas informações imprescindíveis para uma correcta alteração das estruturas. A ECR para ser aprovada tem que ser avaliada por diversos colaboradores com diferentes cargos funcionais na empresa, e só após a aprovação é que se implementam as devidas alterações. Nesta etapa criou-se os ficheiros standards com as informações das alterações, e em paralelo efectuou-se o pedido de referências novas para os 107 CA, numa aplicação informática existente. Na etapa final incluíram-se os ficheiros criados na ECR e remeteu-se a mesma para aprovação. O documento

encontra-se no Anexo A e devido á sua dimensão só é apresentado um exemplo de um dos 107 Conjuntos de Acessórios criados.

Percentagem de modelos com o respectivo Conjunto de Acessório definido:

Fase inicial - 46 modelos com Conjunto de Acessórios previamente definido = 30.06%

Fase Final - 107 modelos com novos Conjuntos de Acessórios definidos = 69.94%

5.3 - Optimização do Processo de criação de Conjuntos de Acessórios

Este ponto engloba todas as acções executadas no âmbito do processo de criação dos Conjuntos de Acessórios, e encontra-se subdividido em três etapas fundamentais: a definição do S/CL, a criação de um protótipo de estante e a documentação de suporte. Em cada etapa explica-se detalhadamente como se abordou o problema e quais os resultado obtidos.

5.3.1 - Definição do Supermercado/Célula logística de componentes dos Conjuntos de Acessórios da Célula 4 e Linha 5

O processo de definição de um S/CL é um dos elementos fundamentais dos sistemas de produção a funcionar em *Pull*, e no projecto desenvolvido assume um papel de extrema importância. Esse facto deve-se ao carácter particular do projecto que se distancia do processo “tradicional” de definição de supermercados. No processo de criação de CA o S/CL converte-se numa célula de produção, pois o processo de criação de CA gera valor acrescentado ao produto final. Este valor acrescentado é gerado no interior do supermercado, e resulta das operações de *picking* de componentes das estantes e da colocação desses componentes nos sacos dos respectivos CA. Neste processo apenas existe um posto de trabalho fixo onde são embalados os CA.

Para uma correcta definição do S/CL teve-se que se encarar o mesmo como uma célula de produção e adaptá-lo ao processo de criação de CA. Essa adaptação é perceptível a vários níveis, desde a criação de um protótipo de estantes exclusivo até á distribuição de componentes pelas estantes. Em seguida vai ser detalhado todos os passos dados na definição do S/CL e as adaptações efectuadas.

A primeira etapa destinou-se á determinação dos componentes a incluir no S/CL. Como existe uma grande variedade de modelos produzidos, não se pode incluir todos os constituintes dos CA de todos os modelos, pois essa disponibilidade total implica uma enorme quantidade de estantes e consequentemente de área, o que origina uma enorme quantidade de desperdício de espaço e de stock. Para além destes desperdícios, a ampliação considerável da área do supermercado faz aumentar os tempos de criação de CA, o que se traduz num acréscimo da ineficiência do processo.

Inicialmente foi efectuada uma análise de ABC aos componentes dos CA dos aparelhos produzidos na C4 e L5. Para este cálculo foram necessários os inputs da quantidade e modelos de aparelhos produzidos na C4 e L5 no 1º semestre de 2008. Com base nestes dados foi calculada uma média da quantidade mensal de aparelhos produzidos por modelo, e através dessa média foi calculado a quantidades de componentes necessários para criação dos CA.

Quantidade mensal do componente (x) = \sum (Quantidade média mensal do modelo(n) x Factor de integração do componente no modelo(n))

$$n = [1,2,3 \dots N^{\circ} \text{ total de aparelhos produzidos na C4 e L5}]$$

O factor de integração do componente é o número de vezes que o componente é necessário por aparelho, por exemplo: um determinado aparelho necessita de apenas um manual de instruções mas necessita de duas pilhas no seu conjunto de acessórios. Para efectuar o cálculo acima descrito foram utilizadas as ferramentas Microsoft Office Excel e Microsoft Office Access, que permitiram a criação de uma tabela com os somatórios da quantidade de componentes, ao qual foi aplicada a análise ABC (Pareto), para identificação dos componentes A e B que se devem incluir nos CA. Os componentes A são 80% dos componentes com maior quantidade de consumo, e os componentes B são 15% dos restantes componentes com maior consumo, ficando assim os 5% dos componentes com menos consumo excluídos do supermercado (fig.30). Todos os componentes A são incluídos no supermercado, e os componentes B são incluídos mediante as restrições de espaço e de importância. No caso específico foram incluídos os 95% dos componentes com maior consumo, ou seja todos os componentes classificados como A e B. A análise ABC encontra-se disponível no Anexo B.

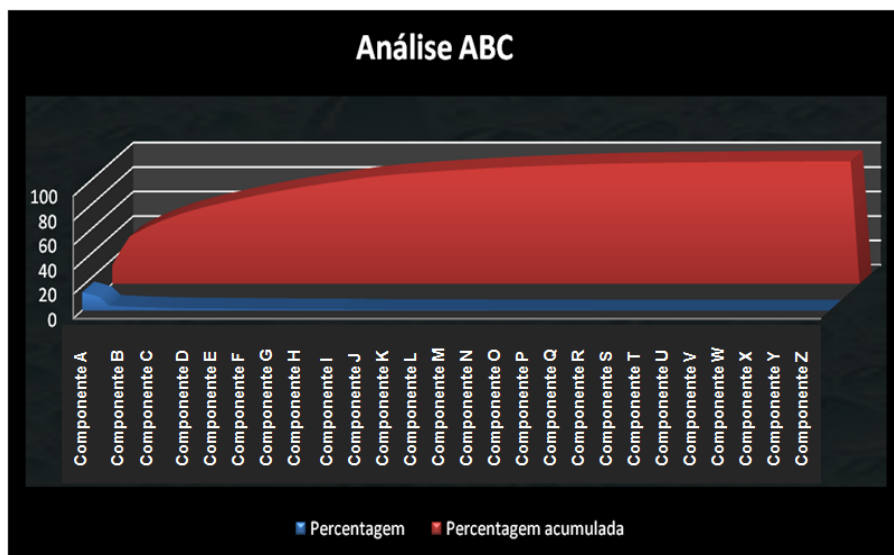


Figura 30 - Gráfico da análise ABC dos componentes dos CA da C4 e L5.

Em seguida, após serem identificados quais os componentes a incluir no supermercado, foi calculado o número de *kanbans* necessário por cada componente. Este cálculo permite saber em que quantidades é que determinado componente deve estar disponível no supermercado para assegurar as necessidades dos clientes e um baixo nível de stock.

Na fase inicial do cálculo foi necessário redefinir o tipo de caixa e a quantidade por caixa de vários componentes. A empresa utiliza para o transporte dos componentes 6 tipos de caixa standard distintas. Dependendo do tipo de componente e do processo cliente, o tipo de caixa e as quantidades por caixa podem variar. O mesmo componente pode ser transportado em tipos de caixas diferentes com quantidades diferentes para clientes diferentes, o que origina enormes quantidades de desperdício derivado do *Repacking*⁶ (fig.31).



Figura 31 - Caixas Standard Utilizadas na BT. a) Tipos de caixa. b) Esquema da acção de *Repacking*

Todos os componentes identificados na etapa inicial foram alvo de uma análise intensiva com o intuito eliminar o *Repacking*, cumprir com os pesos máximos recomendados, e adaptar as quantidades ao processo cliente. Para tal foi necessária a colaboração dos responsáveis operacionais e dos operadores. Essa interação permitiu identificar facilmente quais os componentes que não cumpriam com as normas de peso limite e quais as quantidades mais indicadas para cada componente. Para eliminação do *Repacking* foi feita efectuada uma pesquisa a vários níveis: Identificação para cada componente dos seus clientes finais, em que circunstâncias é que chegam a esses clientes, e de que forma é que os componentes são recepcionados no armazém. Só após essa pesquisa se conseguiu identificar quais os componentes em que eram efectuados *Repackings* redundantes e quais os componentes que necessitavam de uma alteração do tipo de caixa e quantidade por caixa por parte do fornecedor. A análise resultou na detecção de 43 componentes que necessitavam de alterações dos parâmetros de envio por parte do fornecedor. Estas propostas de alteração foram enviadas para o departamento de compras com o propósito de reestruturação dos parâmetros de envio desses componentes. Também foram detectados e rectificados 3 componentes que eram transportados em cargas que excediam o peso máximo standard de 15 kg.

Após a definição dos parâmetros de abastecimento, inicia-se a fase de cálculo do número de *kanbans*. Para se conseguir precisar para cada um dos componentes a quantidade ideal a incluir no supermercado, de forma a garantir as necessidades dos clientes e níveis de stock reduzidos, é utilizada a fórmula *kanban* da BOSCH. Em seguida vão ser enumerados todos os dados recolhidos necessários ao cálculo e a forma como esses dados foram adquiridos.

⁶ Acção de transferência de componentes de uma caixa para outra caixa diferente.

O VSD da figura 32 sistematiza como se vai processar o abastecimento na secção das preparações através do funcionamento em *Pull*. No local de consumo são colocadas as caixas vazias com o respectivo *kanban*. Um *milk run* com rota normalizada efectua o *picking* das caixas vazias e transporta-as para o local de recepção no armazém e coloca os *kanbans* no sequenciador. Um operador do armazém realiza o pedido informático de material através da leitura dos *kanbans*. O pedido informático é impresso e outro operador de armazém prepara o material e coloca o *kanban* utilizado no pedido informático dentro da caixa do componente. Após o material estar todo preparado num carro logístico é colocado no local de expedição. O *milk run* atrela o carro logístico e transporta os componentes para a célula logística, onde deposita o material nos respectivos *racks*.

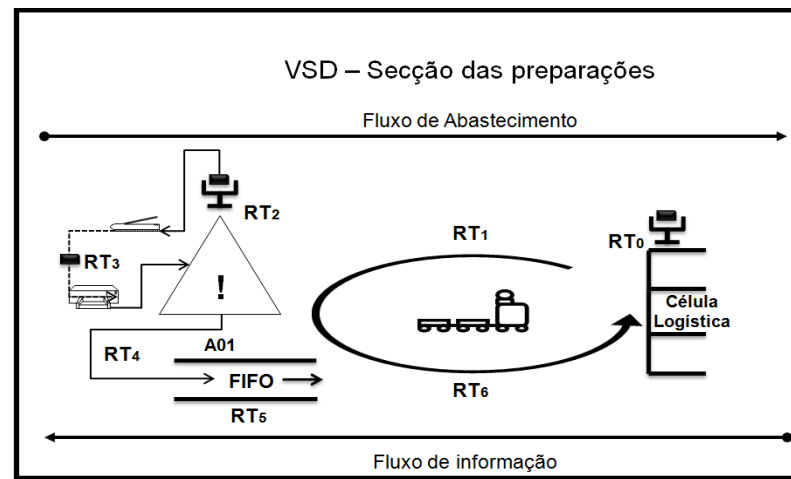


Figura 32 - VSD da Secção de preparações de Conjuntos de Acessórios da C4 e L5.

O VSD permite identificar facilmente o fluxo do material e os tempos de espera (RT_{0,1,2,3,4,5,6}) em cada uma das fases do abastecimento.

RT₀ – Tempo máximo de espera para o transporte da caixa vazia = 16,20 minutos

RT₁ – Tempo de transporte da Célula Logística até ao armazém = 8,10 minutos

RT_{2,3,4} – Tempo médio do tempo de espera no sequenciador até se efectuar o pedido informático mais o tempo de impressão do pedido e preparação do material = 45 minutos

RT₅ – Tempo máximo de espera para o transporte da caixa vazia = 16,20 minutos

RT₆ – Tempo de transporte do armazém até á Célula Logística = 8,10 minutos

Todos os tempos foram devidamente medidos e para o cálculo de RT_{2,3,4} foi retirada uma amostragem mensal dos tempos de preparação de material e calculado o tempo médio de preparação para o número médio de *kanbans*.

Para exemplificação do cálculo do número de *kanbans* vai ser utilizado um componente retirado da lista e apresentados os cálculos efectuados no Microsoft Excel (Tabela 6).

Tabela 6 - Cálculo do Número de *kanbans*.

Descrição	Qtd Mensal	tipo de Cx.	Qtd Cx.	Qtd dia	Min / qtd.dia	RT0	RT1	RT2+RT3+RT4	RT5	RT6	$\Sigma(Rtloop)$	WI	RE	<i>kanbans</i>
IMPRESSO A	3088	KP	48	154,4	5,7	16,2	8,1	45	16,2	8,1	93,6	3,2	0,342	3,54

Material - Impresso A

Quantidade mensal = 3088 unidades

Quantidade diária = 3088/20 = 154.4 unidades

Takt Time (TT) = 880/ 154.4 = 5.7 minutos/unidade

Capacidade de produção máxima da C4 e L5 = 448 + 350 = 798 aparelhos por turno

$$RE = \frac{PR \cdot RT_{loop}}{POT \cdot SNP} \longrightarrow RE = (154.4 \cdot 93.6) / (880 \cdot 48) = 0.342$$

$$WA = ((798 / 440) \cdot 93.6) = 169.8 \text{ aparelhos (por pico de consumo no RTLoop)}$$

$$WI = \frac{WA}{SNP} - RE \longrightarrow WI = (169.8/48) - 0.342 = 3.2$$

$$LO = 0 \quad (LS < SNP)$$

$$SA = 0 \quad \text{Não foi requerido Cobertura de Segurança}$$

$$TI = 0 \quad \text{Turnos Iguais entre Clientes e Fornecedores}$$

$$K = RE + LO + WI + TI + SA \longrightarrow K = 0.32 + 0 + 3.2 + 0 + 0 = 3.54 \text{ kanbans}$$

Estes cálculos foram realizados para a totalidade dos componentes dos CA pertencentes ao S/CL, e encontram-se disponíveis no Anexo C.

Os dados obtidos no cálculo de *kanbans* accionaram a etapa de distribuição dos componentes pelas estantes. Para a distribuição dos componentes foi necessário determinar quais as especificações essenciais que deviam ser cumpridas para optimização do processo:

- Distribuição dos componentes mais pesados pelos níveis intermédios
- Aglomeração de componentes do mesmo género na mesma estante
- Distribuição de componentes de referências iguais em *racks* seguidos, caso o número de caixas exceda a profundidade de um *rack*

Só quando a distribuição de componentes ficou completa, é que foi possível determinar o número de estantes necessárias para a implementação do S/CL. A distribuição integral dos componentes está disponível no Anexo D.

- Estante nº1** - Impressos
- Estante nº2** - Etiquetas / Manípulos
- Estante nº3** - Acessórios / Pilhas / Conjuntos de Fixação
- Estante nº4** - Casquilhos / Válvulas
- Estante nº5** - Tubos / Peças de Ligação / Porcas
- Estante nº6** - Anilhas / Sacos Plásticos
- Estante nº7** - Vários componentes
- Estante nº8** - Vários Componentes / Peças de chamada

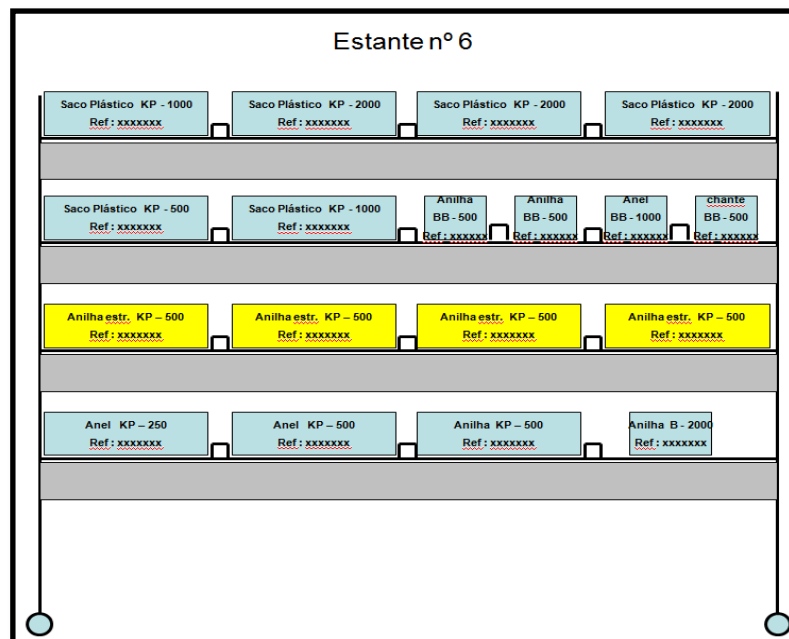


Figura 33 - Exemplo de uma das estantes definidas com os componentes distribuídos.

5.3.2 - Desenho de um protótipo de estante com melhoria dos parâmetros ergonómicos

No início do projecto foram determinados todos os recursos necessários á implementação do projecto, e um dos requisitos iniciais pretendidos era o aproveitamento das estantes que se encontravam no local. No decorrer do estágio foi sugerido um desafio adicional, que consistia em desenvolver um protótipo de uma estante adaptada ao processo de criação de CA. Existem critérios ergonómicos standards que tinham que ser satisfeitos na concepção do protótipo, no entanto esses critérios foram definidos para a generalidade dos casos, e só abrangem a altura máxima das estantes e o peso máximo das caixas para os diferentes níveis.

Depois de se observar o processo de criação de CA detectaram-se dois problemas primários ao nível do modelo de estantes utilizado (fig.34):

- O nível inferior das estantes é muito próximo do solo, o que dificulta o *picking* de componentes, e obriga os operadores a debruçar-se constantemente.
- Dificuldade no *picking* dos componentes dentro das estantes.



Figura 34 - Ação de *picking* de um componente (Imagem obtida no interior da BT).

No desenho do protótipo foram cumpridos todos os pré-requisitos ergonómicos e introduzidas melhorias relativamente ao modelo de estante standard utilizado na fábrica. Devido á especificidade do processo, toda a concepção do protótipo foi ajustada para as tarefas que os operadores executam, e algumas soluções usadas nos postos de trabalho das células finais standard foram adaptadas para as estantes, com o intuito de otimizar o processo. É importante referir que essas soluções utilizadas nos postos de trabalho foram baseadas em diversos estudos ergonómicos, e normas de engenharia, e comprovou-se a sua eficácia no terreno.

Como soluções mais significativas podem-se destacar as seguintes:

- Elevação da altura mínima do nível inferior da estante
- Rampas para *picking* dos componentes com inclinação de vinte graus
- Disposição dos níveis da estante em escada

Estas soluções são utilizadas nos postos de trabalho e permitem aos operadores executar as tarefas de *picking* de material com maior destreza e comodidade. Com a inclusão destas soluções no desenho foi criado o protótipo da estante, como se pode visualizar na figura 35. O desenho do protótipo foi elaborado no programa Microsoft Power Point, devido á indisponibilidade de software mais adequado.

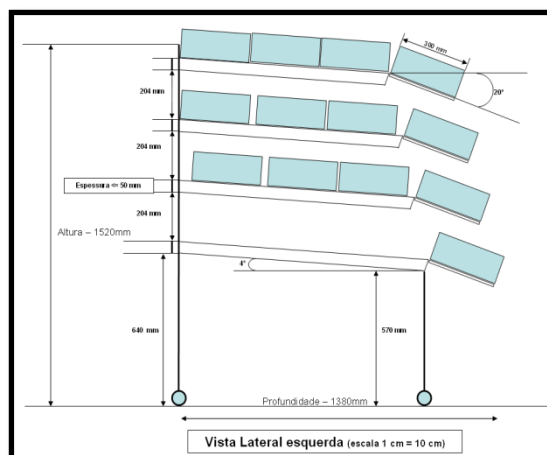


Figura 35 - Desenho do protótipo da estante enviada para os fornecedores.

Depois do protótipo concluído, foi enviado o pedido para dois fornecedores de estantes, para providenciarem o orçamento. Posteriormente á recepção dos dois orçamentos foi feita uma avaliação do melhor fornecedor. Foram analisados vários parâmetros antes da decisão final, tais como: preço; resistência dos materiais; durabilidade e flexibilidade das estantes; cumprimento dos requisitos ergonómicos; prazo de entrega.

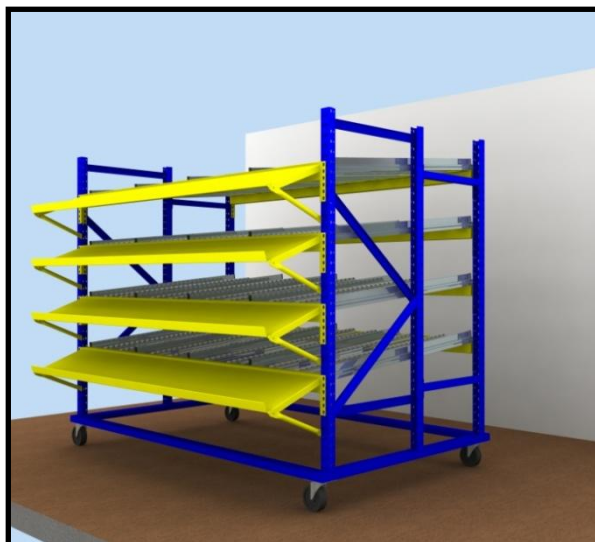


Figura 36 - Imagem 3D enviada por o Fornecedor A.

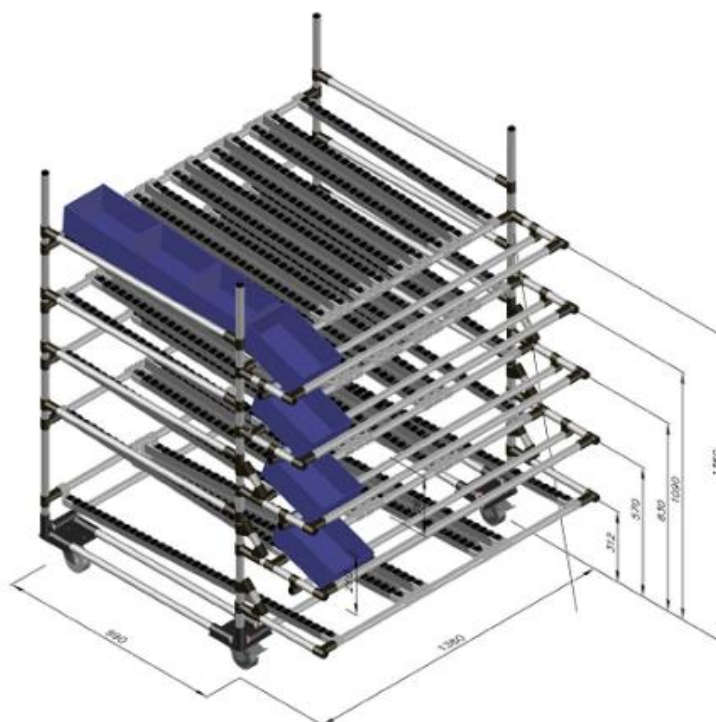


Figura 37 - Imagem 3D enviada por o Fornecedor B.

Foi seleccionado o fornecedor A que apresentou a melhor proposta, disponibilizando as estantes mais económicas, com maior durabilidade e com o prazo de entrega mais célere.



Figura 38 - Estantes enviadas pelo fornecedor A. a) Vista frontal. b) Vista lateral direita (Imagem obtida no interior da BT).

Com o cálculo do número de estantes e a selecção do novo modelo completa calculou-se a área final necessária para a implementação do S/CL. A área final do supermercado sofreu um ligeiro acréscimo resultante das alterações efectuadas às estantes, onde foram introduzidas melhorias ergonómicas em detrimento da capacidade de armazenamento de stock. Inicialmente existiam 8 estantes com stock da C4 e dos CA ocupando uma área inicial de 20.06 m². Após a implementação das novas 8 estantes, a área final passa a ser de 20.88 m². Na prática a diferença de áreas após a reestruturação sofre um acréscimo mínimo, mas tendo apenas em consideração as estantes destinadas ao processo de criação de CA registou-se um acréscimo de 8.34 m² da área necessária para o supermercado, porque apenas 5 das 8 estantes iniciais se destinavam à criação de CA, ocupando apenas a área de 12.54 m². Em termos percentuais ouve um aumento de 39.94% de área para o processo de criação de CA.

5.3.3 - Documentação complementar

Durante o desenvolvimento do projecto foi solicitado a criação de dois documentos distintos que se relacionam intrinsecamente com o projecto. Esta necessidade de criação de documentos standards tem várias utilidades na empresa, tais como o registo de informação detalhada sobre os processos de melhoria, as alterações executadas ao longo do tempo, guias de apoio a novos colaboradores, documentos de suporte á gestão visual, etc. O primeiro documento criado foi uma instrução de trabalho para identificação de S/CL. Essa instrução teve como finalidade a normalização da identificação dos Supermercados, uniformizando assim todo o processo de etiquetagem, identificação das estantes e identificação do Supermercado. Essa instrução de trabalho encontra-se disponível no Anexo E.

O Segundo documento (fig.39), foi criado após a detecção de alguns erros no processo de criação de CA, na fase final de selagem, necessitando os operadores de algum tipo de Controlo Visual. O Controlo Visual é uma ponderosa ferramenta *Kaizen*, comunicando

oportunidades de eliminação de desperdícios, técnicas de resolução de problemas, facilitando o trabalho standard, proporcionando:

- 1.) A distinção entre o que é normal e o que não é
- 2.) A manifestação das anomalias e desperdícios
- 3.) A Procura constante de necessidades de melhoria

Para colmatar os erros foi proposto a criação de uma instrução visual, para colocar junto á máquina de selagem. Esta instrução vai permitir uma maior fiabilidade do processo, evitando assim lotes reprovados, e consequentemente, atrasos na produção e retrabalho.



Figura 39 - Norma de Instrução Visual criada para a Secção de Preparações de CA.

5.4 - Criação do Supermercado / Célula Logística para a Célula 4

A criação de um S/CL para a C4 era um dos objectivos com maior importância, pois só através de uma correcta definição e implementação se conseguia obter a área necessária para criação dos CA para a C4 e L5. Como factor adicional, o processo de abastecimento da C4 encontrava-se bastante debilitado e desorganizado, logo, a definição e implementação do S/CL iria contribuir de forma substancial para a optimização do processo de abastecimento e eliminação dos desperdícios. O *Repacking* da maioria dos componentes, a desactualização do S/CL, a inexistência de *kanbans* para a C4, eram fontes de desperdício com grande peso na ineficiência do processo. Com uma correcta implementação todas as causas destes desperdícios seriam eliminadas.

O método de definição do Supermercado é extremamente semelhante ao utilizado nos Conjuntos de Acessórios, logo só será evidenciado as fases mais divergentes.

Após a análise da situação inicial, foi efectuada uma pesquisa de todos os modelos produzidos, e qual o volume de produção para cada modelo. Estes dados permitiram executar a análise ABC para identificação dos modelos com maior volume de produção. Como já se encontra em anexo uma tabela de cálculo da análise ABC aos CA, e a fórmula de cálculo ser igual, não foram incluídos estes cálculos.

Para cada um desses modelos foi examinado a sua estrutura, de forma a se conseguir identificar quais os componentes de compra, e quais os componentes produzidos na fábrica. O S/CL pretendido só abrange os componentes de compra, ou seja, os componentes que vem exclusivamente de fornecedores externos. Para a recolha desta informação foi utilizado uma aplicação informática que revela a estrutura dos aparelhos. Foi criado um ficheiro Excel com a respectiva informação, e em seguida, realizou-se uma reunião com vários responsáveis do processo, para validação da informação recolhida.

Depois de se observar o funcionamento do abastecimento da C4 foram recolhidos os dados necessários ao cálculo de *kanbans*. Para cada um dos componentes foi analisado como chegam ao S/CL e como são abastecidos á C4. Isto permitiu identificar quais os componentes onde são efectuados *Repackings*, para posteriormente se poder redefinir o tipo de caixa e quantidades por caixa, eliminando assim a causa de desperdício. Na redefinição dos parâmetros de abastecimento também foi necessária a colaboração dos responsáveis pelo processo, quer os responsáveis da célula, quer os engenheiros de produção.

O tratamento de dados efectuado é essencial na obtenção do número de *kanbans* necessários para cada um dos componentes. Como já foi analisado anteriormente como se processa o cálculo, apenas vai ser exposto os resultados finais no Anexo F.

Foi criado um VSD para ilustração do futuro funcionamento da C4 após a implementação do projecto (fig.40).

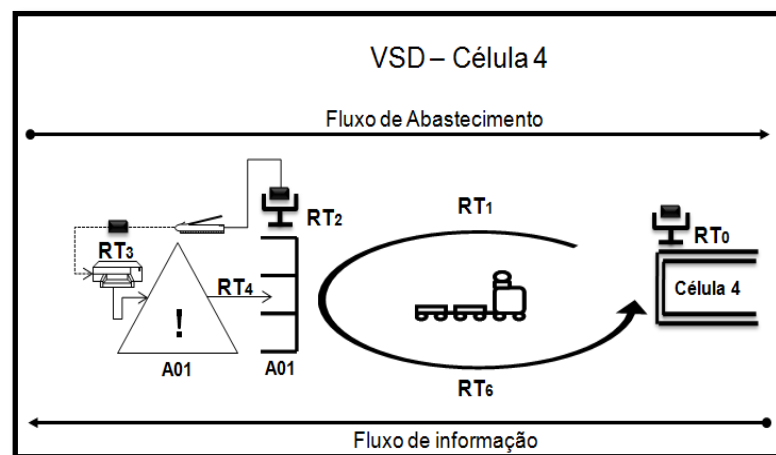


Figura 40 - VSD do processo de Abastecimento da C4.

O VSD da Célula 4 é similar ao da secção de preparações, á excepção da localização do Supermercado e do fluxo de informação. Esta realocização do S/CL implica a extinção do tempo de espera no local de expedição (RT5), já que os componentes são directamente abastecidos no Supermercado A01 (fig.41).

Com a definição dos componentes e quantidades a incluir no S/CL concluída, passou-se à etapa de implementação do S/CL no armazém. O armazém contém uma área extensa ocupada com um número elevado de estantes. Algumas estantes encontravam-se completamente cheias, outras apenas estavam parcialmente preenchidas com material. Para essas foram distribuídos os componentes de compra da C4. Isto implicou um trabalho extenso na preparação das estantes para a recepção dos componentes, e devido ao final do tempo de estágio, foi a última actividade executada. Todos os componentes foram distribuídos pelas estantes, mas para a utilização do supermercado ainda era necessário completar algumas acções de suporte.



Figura 41 - Estantes do Supermercado A01 (Imagem obtida no interior da BT).

Tabela 7 - Componentes que se encontravam no Supermercado A01.

Designação	QTD Mensal	QTD Diária	Tipo Cx.	Qtd.	Nº de Kanbans
AGRAFO	70784	3217	B	5000	0,07
ParafusoparachapaDIN79814,8x9	35394	1609	BB	1500	0,15
Parafusoparachapa6,3x9,5	26656	1212	BB	1200	0,15
ParafusoparachapaDIN79814,2X9,5	14518	660	BB	3500	0,04
TAMPÃO PLÁSTICO P/TUBO D EÁGUA	8849	402	BB	150	0,79
CLIP	6664	303	BB	250	0,44
SACO PLASTICO	6508	296	LP	250	0,44
FREIO	6047	275	BB	1000	0,10
ELEMENTO DE FIXAÇÃO	5639	256	BB	500	0,21
LIMITADOR DE TEMPERATURA	4770	217	BLISTER	78	1,32
TAMPÃO PLÁSTICO P/TUBO DE ÁGUA	4391	200	BB	300	0,34
ParafusodecabeçaovalDIN7985M4x68	3964	180	BB	1000	0,10
ParafusoM3,5x10	3782	172	BB	3500	0,02
GRAMPO	3782	172	BB	500	0,20
SACO PLASTICO	2004	91,1	LP	500	0,18
LIMITADOR DE TEMPERATURA	1895	86,1	BLISTER	78	1,18
ABRAÇADEIRA DE PLÁSTICO	1823	82,9	BB	900	0,11
ParafusoparachapaDIN79813,5x6,5	1158	52,6	BB	500	0,18
ANILHA DE ESTRANG.	404	18,4	BB	16	5,38
ANILHA DE ESTRANG.	153	6,95	BB	16	5,31
ANILHA DE ESTRANG.	153	6,95	BB	16	5,31

Para as referências já existentes no Supermercado A01 apenas era necessário aumentar o número de *kanbans* de acordo com os dados obtidos. Se o número de *kanbans* é inferior a 1, é adicionado sempre no mínimo 1 *kanban*. Foram determinados 90 componentes para incluir no Supermercado A01 e encontram-se discriminados no Anexo F.

Ao planearmos em *Pull* é sempre necessário que seja o consumo, neste caso, o consumo do bordo de linha, a determinar aquilo que se deve pedir “atrás”, no caso concreto, ao Supermercado. Para os componentes que não se encontravam no Supermercado A01 em que o número de *kanbans* era inferior a 4 unidades foram adicionados no mínimo 4 *kanbans* para não existir ruptura do stock. Como o abastecimento funciona no sistema (caixa cheia - caixa vazia), é obrigatório conter 4 *kanbans* de cada componente: 2 *kanbans* no Bordo de Linha + 2 *kanbans* em Supermercado (fig.42).

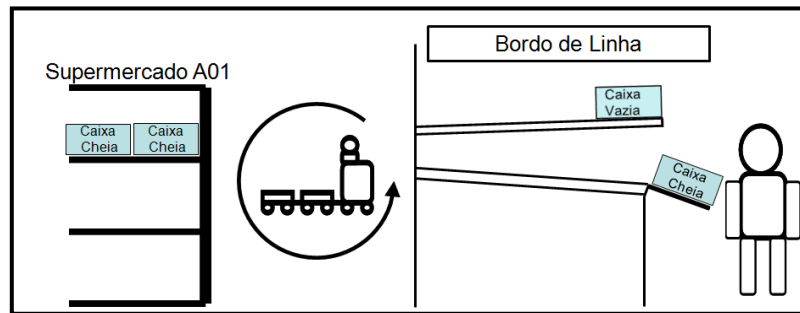


Figura 42 - Esquema do funcionamento do sistema Caixa Cheia – Caixa Vazia.

6 - CONCLUSÃO

6.1 - Reflexões Finais

Fazendo uma retrospectiva global do Projecto de estágio desenvolvido na BOSCH Termotecnologia, podemos afirmar que a generalidade dos objectivos propostos foram cumpridos, e a avaliação global do projecto foi positiva. A execução do projecto proporcionou a aquisição de novos conhecimentos e experiencias na área *Lean* e a compreensão global do funcionamento dos Sistemas *Pull*.

A realização do projecto numa fábrica do grupo BOSCH auxiliou na percepção do funcionamento global duma grande empresa, e nas dificuldades que advêm da sua dimensão. O controlo, a troca de informações, a sincronia, o *workflow*, o trabalho em equipa, são alguns dos elementos básicos de qualquer empresa que são fortemente condicionados pela sua dimensão. A interacção com operadores, chefes de secção, e engenheiros da produção foi preponderante na obtenção e validação de dados e na compreensão real do funcionamento e dos problemas.

Embora os objectivos teóricos traçados se encontrarem concluídos, o mesmo não se pode afirmar da total implementação do projecto. Apesar de um tempo de estágio de oito meses ter sido suficiente para uma correcta implementação, existiram diversos factores que condicionaram de forma crítica a conclusão da implementação: a adjudicação de quatro projectos diferentes de grande dimensão durante o tempo de estágio; a realização de excessivos trabalhos complementares de outros projectos; a criação de vários documentos de suporte sem nenhuma relação com o projecto; o planeamento das actividades mal estruturada; a dependência de vários colaboradores e departamentos, o que se veio a repercutir em atrasos substanciais.

Relativamente ao projecto, foram atingidos os seguintes objectivos:

- Definição de todos conjuntos de acessórios para a Linha 5
- Redefinição do processo de criação de CA com base no sistema *Pull*
- Redefinição do abastecimento da Célula 4 com base no sistema *Pull*
- Definição do Supermercado/Célula Logística para os CA e Célula 4
- Criação de um protótipo de estantes com melhores parâmetros ergonómicos
- Implementação dos componentes da Célula 4 no Supermercado A01.

Como se pode constatar, em termos de reestruturação física, só foi conseguido implementar os componentes de compra no Supermercado A01, estando a colocação do supermercado dos Conjuntos de Acessórios dependente da conclusão da implementação supermercado da Célula 4.

A finalização do projecto irá contribuir decisivamente na melhoria dos dois processos, na eficiência dos operadores e na optimização das condições de trabalho. A sua implementação

pode facilmente ser completada, já que todos os pressupostos teóricos foram completados, e todo o trabalho por finalizar ser de carácter físico. Por último, vai-se clarificar quais as actividades que devem ser desenvolvidas para a conclusão do projecto.

6.2 - Trabalho futuro a desenvolver

Como trabalho futuro, para concluir a implementação global do projecto, é necessário finalizar as seguintes actividades. Para o Supermercado A01 é necessário:

- Preencher no programa SAP as áreas de suprimento dos componentes incluídos no Supermercado
- Imprimir etiquetas e colar nas estantes para identificação dos *racks* do S/CL
- Imprimir cartões *kanban*
- Testes às listas de *picking* do *milk run*.

Para o Supermercado / Célula Logística de Conjuntos de Acessórios é necessário:

- Encher as estantes fisicamente com os componentes determinados
- Preencher no programa SAP as áreas de suprimento dos componentes incluídos na Célula Logística
- Imprimir etiquetas e colar nas estantes para identificação dos racks do S/CL
- Imprimir cartões *kanban*
- Testes às listas de *picking* do *milk run*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSCH (2006a), “Bosch Production System - Pull System (Element Description)”.
- BOSCH (2006b), “Bosch Production System - Leveling (Element Description)”.
- BOSCH (2006c), “Sistema de Produção Lean (introdução)”.
- BOSCH (2006d), “Cyclical Material Supply, Milk-run”.
- BOSCH (20007), “Bosch Production System - APLOG Congresso de Logística”.
- BOSCH (2008a), “Bosch Production System - Lean Logistics Implementation in TTPO”.
- BOSCH (2008b), “Dimensionamento de Supermercados, Fórmula Bosch para o cálculo do número *kanbans*”.
- Boztınaztepe, B. (2008), “Lean Tools for Reducing Production Time and Satisfying Employees - A Case Study”, disponível em <http://www.diva-portal.org> (acedido em Maio de 2009).
- Feltovich, J. (2004), “Improving workshop efficiency”, disponível em <http://www.asashop.org/autoinc/june2004/manage.cfm> (acedido em Abril de 2009).
- Gonçalves, H. (2007), “Lean Supply Chain. Fórum Anual – Logística e Frotas”, disponível em <http://www.leanthinkingcommunity.org/> (consultado em Janeiro de 2009).
- Hurum, J. (2005), “Change Management or continuous improvements. Planning a company to transform into a Lean Enterprise”, disponível em <http://www.diva-portal.org> (acedido em Fevereiro de 2009).
- Marquês, C. (2007), “Análise de Processos e Produtividade das Operações”, *Tese de Mestrado*, Universidade Técnica de Lisboa.
- Ohno, T. (1988), “Toyota production system: beyond large-scale production”, Productivity Press.
- Pinto, J. (2008), “Comunidade Lean Thinking – Criar Valor Eliminando Desperdício”, Disponível em <http://www.leanthinkingcommunity.org/> (acedido em Abril de 2009).
- Smalley, A. (2006), “Basic Stability is Basic to Lean Manufacturing Success”, disponível em <http://www.lean.org> (acedido em Março de 2009).
- Sharkey, P (2009), “Teaching Lean Production in an MBA Curriculum”, disponível em <http://lean.mit.edu/> (acedido em Março de 2009).
- Toyota Motor Corporation (2003), “The Toyota Production System”, disponível em <http://www.toyotageorgetown.com> (acedido em Maio de 2009).
- Womack, J.P., D. T. Jones e D. Ross (1990), “The Machine that Changed the World”, Harper Perennial.
- Womack, J.P., D. Jones e D. Roos (1991), “The Machine That Changed the World; The Story of Lean Production”, HarperCollins.

Womack, J. P. e D.T. Jones (1996), “Lean Thinking”, Simon & Schuster.

Womack, J. P. e D. T. Jones (2005), “Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together”, Free Press

Anexo A - Documentação necessária para a alteração de estruturas no *workflow* da BT

Tabela A1 -Excerto do ficheiro ECR gerado para definição de novos CA.

1)		BOM / Estruturas	
Before / Antes		After / Depois	
1.1)			
	7 701 311 xxx WT11 AM1 E23 S0xxx		
Inside/Dentro:		Inside/Dentro:	
	Doesn't exist Não existe		Set of accessories 8 709 928 xxx + +++ +++ +++
	Description x xxx xxx xxx ACESSORIO 10 LTS (NOVO)		Doesn't exist Não existe
	Description x xxx xxx xxx CONJUNTO DE ANILHAS		Doesn't exist Não existe
	Description x xxx xxx xxx ACESSÓRIO CHANTE		Doesn't exist Não existe
	Description x xxx xxx xxx SD WT11/14AME it		Doesn't exist Não existe
	Description x xxx xxx xxx CONJUNTO DE FIXAÇÃO		Doesn't exist Não existe
	Description x xxx xxx xxx ACESSÓRIO NR.1027		Doesn't exist Não existe
	Description x xxx xxx xxx CARTAO DE GARANTIA		Doesn't exist Não existe
	Description x xxx xxx xxx Saco de plástico		Doesn't exist Não existe

Tabela A2 - Extracto do ficheiro EXCEL gerado para definição de novos CA.

	Posição	Referência	Quantidade
Conjunto de Acessórios		xxxxxxxxxxxxx	
ACESSORIO 10 LTS (NOVO)	1	xxxxxxxxxxxxx	1
CONJUNTO DE ANILHAS	2	xxxxxxxxxxxxx	1
ACESSÓRIO CHANTE	3	xxxxxxxxxxxxx	1
SD WT11/14AME it	4	xxxxxxxxxxxxx	1
CONJUNTO DE FIXAÇÃO	5	xxxxxxxxxxxxx	1
ACESSÓRIO NR.1027	6	xxxxxxxxxxxxx	1
CARTÃO DE GARANTIA	7	xxxxxxxxxxxxx	1
SACO DE PLASTICO	501	xxxxxxxxxxxxx	1

Anexo B - Determinação dos componentes a incluir no S/CL dos Conjuntos de Acessórios

Tabela B1 - Folha EXCEL da análise ABC.

CODIGO	DESIGNACAO	SumOfQtd	%	%acum	ABC
####	ANILHA DE VEDACAO	15917	6,6%	6,6%	A
####	SACO DE PLASTICO	13279	5,5%	12,2%	A
####	ANILHA DE VEDACAO	10105	4,2%	16,4%	A
####	CONJUNTO DE FIXACAO	8208	3,4%	19,8%	A
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	7744	3,2%	23,0%	A
####	ANEL DE VEDACAO	7271	3,0%	26,1%	A
####	saco plástico	6891	2,9%	29,0%	A
####	ACESSÓRIO CHANTE	6891	2,9%	31,8%	A
####	CONJUNTO DE FIXAÇÃO	6459	2,7%	34,5%	A
####	CONJUNTO DE ANILHAS	6137	2,6%	37,1%	A
####	ETIQUETA	6080	2,5%	39,6%	A
####	PORCA DE APERTO	5552	2,3%	41,9%	A
####	TUBO CONDUTOR DE GÁS C/SUP.	4708	2,0%	43,9%	A
####	PARAFUSO DIN7981 - ST4.2x22-F-H	4252	1,8%	45,7%	A
####	ACESSÓRIO NR.1021	3856	1,6%	47,3%	A
####	ACESSORIO 10 LTS (NOVO)	3836	1,6%	48,9%	A
####	MANÍPULO DE ÁGUA	3746	1,6%	50,4%	A
####	PORCA DE APERTO	3311	1,4%	51,8%	A
####	CASQUILHO	3296	1,4%	53,2%	A
####	CARTÃO DE GARANTIA	3192	1,3%	54,5%	A
####	SACO DE PLASTICO	3106	1,3%	55,8%	A
####	CASQUILHO ROSCADO	3104	1,3%	57,1%	A
####	IMPRESSOS	3088	1,3%	58,4%	A
####	CASQUILHO ROSCADO	3056	1,3%	59,7%	A
####	SD WT11/14AME it	3024	1,3%	60,9%	A
####	CURVA DE TUBO	2719	1,1%	62,1%	A
####	PEÇA DE LIGAÇÃO COMPL.	2368	1,0%	63,1%	A
####	PEÇA DE LIGAÇÃO	2368	1,0%	64,0%	A
####	VÁLVULA DE BLOQUEIO DE ÁGUA	2368	1,0%	65,0%	A
####	PORTA TUBOS	2256	0,9%	66,0%	A
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	2208	0,9%	66,9%	A
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	2208	0,9%	67,8%	A
####	CASQUILHO ROSCADO	2128	0,9%	68,7%	A
####	SACO DE PLASTICO	1973	0,8%	69,5%	A
####	VEDANTE	1900	0,8%	70,3%	A
####	Pilha Alcalina 1,5V LR20	1856	0,8%	71,1%	A
####	TUBO FLEXÍVEL	1774	0,7%	71,8%	A
####	ACESSÓRIO NR.696	1674	0,7%	72,5%	A
####	INSTRUÇÕES DE MONTAGEM	1664	0,7%	73,2%	A
####	MANIPULO	1568	0,7%	73,9%	A
####	IMPRESSOS	1536	0,6%	74,5%	A
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	1536	0,6%	75,2%	A

####	MANIPULO	1536	0,6%	75,8%	A
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	1520	0,6%	76,4%	A
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	1520	0,6%	77,1%	A
####	CONJUNTO DE FIXACAO	1504	0,6%	77,7%	A
####	IMPRESSOS	1184	0,5%	78,2%	A
####	ACESSÓRIO NR.589	1184	0,5%	78,7%	A
####	ANILHA DE VEDAÇÃO	1184	0,5%	79,2%	A
####	IMPRESSOS	1152	0,5%	79,7%	A
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	1152	0,5%	80,1%	B
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	1152	0,5%	80,6%	B
####	PORCA DE APERTO	1136	0,5%	81,1%	B
####	SACO PLÁSTICO	1000	0,4%	81,5%	B
####	CASQUILHO DE LIGACAO DE GÁS	981	0,4%	81,9%	B
####	TORNEIRA DE GÁS	981	0,4%	82,3%	B
####	CASQUILHO ROSCADO	912	0,4%	82,7%	B
####	MANÍPULO DE ÁGUA FRIA	912	0,4%	83,1%	B
####	MANÍPULO DE ÁGUA QUENTE	912	0,4%	83,5%	B
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	896	0,4%	83,8%	B
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	896	0,4%	84,2%	B
####	TUBO DE LIGAÇÃO ÁGUA QUENTE	837	0,3%	84,6%	B
####	MANIPULO	837	0,3%	84,9%	B
####	ANEL COMPLETO	837	0,3%	85,3%	B
####	VÁLVULA DE BLOQUEIO DE ÁGUA COMPL.	837	0,3%	85,6%	B
####	ANEL DE APERTO	832	0,3%	86,0%	B
####	RACOR P/SOLDAR	832	0,3%	86,3%	B
####	TUBO DE GAS COMPL.	832	0,3%	86,7%	B
####	ANEL DE APERTO	832	0,3%	87,0%	B
####	VÁLVULA DE BLOQUEIO DE ÁGUA	832	0,3%	87,3%	B
####	IMPRESSOS	831	0,3%	87,7%	B
####	MANIPULO SELECTOR AGUA QUENTE	752	0,3%	88,0%	B
####	MANÍPULO SELECTOR CAUDAL ÁGUA	752	0,3%	88,3%	B
####	CURVA DE TUBO	688	0,3%	88,6%	B
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	624	0,3%	88,9%	B
####	PILHA ALCALINA DE 1,5 V LR6	608	0,3%	89,1%	B
####	IMPRESSOS	592	0,2%	89,4%	B
####	CASQUILHO DE LIGACAO	592	0,2%	89,6%	B
####	VÁLVULA DE BLOQUEIO DE ÁGUA	576	0,2%	89,9%	B
####	CURVA EM S	573	0,2%	90,1%	B
####	PORCA DE APERTO	573	0,2%	90,3%	B
####	ACESSORIO N. 1127	512	0,2%	90,5%	B
####	IMPRESSOS	480	0,2%	90,7%	B
####	CASQUILHO ROSCADO	480	0,2%	90,9%	B
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	464	0,2%	91,1%	B
####	TUBO DE LIGAÇÃO COMPL.	448	0,2%	91,3%	B
####	TUBO DE LIGAÇÃO COMPL.	448	0,2%	91,5%	B
####	ACESSÓRIO NR.792	416	0,2%	91,7%	B
####	TUBO DE GAS	416	0,2%	91,9%	B
####	TUBO DE AÇO	416	0,2%	92,0%	B
####	PEÇA DE LIGAÇÃO COMPL.	416	0,2%	92,2%	B

####	TUBO DE AÇO	416	0,2%	92,4%	B
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	416	0,2%	92,6%	B
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	416	0,2%	92,7%	B
####	PARAFUSO DE ESTRANG.	416	0,2%	92,9%	B
####	CAIXA DE VÁLVULA DE ÁGUA	416	0,2%	93,1%	B
####	VÁLVULA DE BLOQUEIO DE ÁGUA	416	0,2%	93,3%	B
####	CONJUNTO DE FIXAÇÃO	416	0,2%	93,4%	B
####	IMPRESSOS	361	0,2%	93,6%	B
####	MANIPULO DESIGN CINZENTO PASTEL	352	0,1%	93,7%	B
####	VÁLVULA DE BLOQUEIO DE ÁGUA COMPL.	342	0,1%	93,9%	B
####	IMPRESSOS	336	0,1%	94,0%	B
####	IMPRESSOS	336	0,1%	94,1%	B
####	ACESSÓRIO NR.44	336	0,1%	94,3%	B
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	336	0,1%	94,4%	B
####	ACESSÓRIO NR.707	319	0,1%	94,6%	B
####	CONJUNTO CORDÃO ISOLAMENTO	317	0,1%	94,7%	B
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	288	0,1%	94,8%	B
####	SUORTE	288	0,1%	94,9%	B
####	SACO DE PLASTICO	258	0,1%	95,0%	B
####	IMPRESSOS	254	0,1%	95,1%	C
####	TUBO CONDUTOR DE GÁS C/SUP.	252	0,1%	95,2%	C
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	252	0,1%	95,4%	C
####	IMPRESSOS	248	0,1%	95,5%	C
####	IMPRESSOS	240	0,1%	95,6%	C
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	240	0,1%	95,7%	C
####	REBITE CEGO P/VEDAÇÃO	240	0,1%	95,8%	C
####	VALVULA DE BLOQUEIO DE AGUA	231	0,1%	95,9%	C
####	IMPRESSOS	226	0,1%	95,9%	C
####	ANEL COMPLETO	226	0,1%	96,0%	C
####	ADAPTADOR PARA VENTILADOR	226	0,1%	96,1%	C
####	CAIXA DE CARTÃO	224	0,1%	96,2%	C
####	IMPRESSOS	224	0,1%	96,3%	C
####	ANEL DE VEDACAO	224	0,1%	96,4%	C
####	CASQUILHO	224	0,1%	96,5%	C
####	TUBO DE LIGAÇÃO	224	0,1%	96,6%	C
####	TUBO DE LIGAÇÃO	224	0,1%	96,7%	C
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE EM BRANCO	224	0,1%	96,8%	C
####	IMPRESSOS	223	0,1%	96,9%	C
####	ACESSÓRIO NR.998	222	0,1%	97,0%	C
####	IMPRESSOS	208	0,1%	97,1%	C
####	MANÍPULO DE ÁGUA FRIA	208	0,1%	97,1%	C
####	MANÍPULO DE ÁGUA QUENTE	208	0,1%	97,2%	C
####	TAMPA DE FECHO	208	0,1%	97,3%	C
####	IMPRESSOS	194	0,1%	97,4%	C
####	SACO PLANO	192	0,1%	97,5%	C
####	IMPRESSOS	192	0,1%	97,6%	C
####	ACESSÓRIO NR.371	192	0,1%	97,6%	C
####	CARTÃO DE GARANTIA	190	0,1%	97,7%	C
####	IMPRESSOS	186	0,1%	97,8%	C

####	BOCAL DE REDUCAO	180	0,1%	97,9%	C
####	SD WT11/14AME_Leblanc it \	166	0,1%	97,9%	C
####	ACESSÓRIO NR.1068	160	0,1%	98,0%	C
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	160	0,1%	98,1%	C
####	BOCAL DE REDUÇÃO	160	0,1%	98,1%	C
####	FOLHETO INFORMATIVO	144	0,1%	98,2%	C
####	IMPRESSOS	144	0,1%	98,3%	C
####	CONJUNTO DE ANILHAS	144	0,1%	98,3%	C
####	IMPRESSOS	135	0,1%	98,4%	C

Anexo C - Determinação do número de *kanbans* dos CA

Tabela C1 - Folha EXCEL concebida para o cálculo do número de *kanbans* dos CA.

Ref	Descrição	Qtd	Cx.	Qtd	Qtd dia	Horas qtd.dia	Rtloop	WI	RE	Nº de Kanbans
####	IMPRESSOS	3088	KP	48	154	5,69948	93,63	3,20	0,34	3,54
####	IMPRESSOS	1536	KP	48	76,8	11,4583	93,63	3,37	0,17	3,54
####	IMPRESSOS	1184	KP	48	59,2	14,8649	93,63	3,41	0,13	3,54
####	IMPRESSOS	1152	KP	32	57,6	15,2778	93,63	5,12	0,19	5,31
####	IMPRESSOS	831	KP	32	41,6	21,1793	93,63	5,17	0,14	5,31
####	IMPRESSOS	592	KP	48	29,6	29,7297	93,63	3,47	0,07	3,54
####	IMPRESSOS	480	KP	48	24	36,6667	93,63	3,48	0,05	3,54
####	IMPRESSOS	336	KP	32	16,8	52,381	93,63	5,25	0,06	5,31
####	IMPRESSOS	336	KP	32	16,8	52,381	93,63	5,25	0,06	5,31
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	7744	BB	500	387	2,27273	93,63	0,26	0,08	0,34
####	ETIQUETA	6080	BB	500	304	2,89474	93,63	0,27	0,06	0,34
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	2208	BB	500	110	7,97101	93,63	0,32	0,02	0,34
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	2208	BB	500	110	7,97101	93,63	0,32	0,02	0,34
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	1536	B	1000	76,8	11,4583	93,63	0,16	0,01	0,17
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	1520	BB	500	76	11,5789	93,63	0,32	0,02	0,34
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	1520	BB	500	76	11,5789	93,63	0,32	0,02	0,34
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	1152	BB	500	57,6	15,2778	93,63	0,33	0,01	0,34
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	1152	BB	500	57,6	15,2778	93,63	0,33	0,01	0,34
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	896	BB	250	44,8	19,6429	93,63	0,66	0,02	0,68
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	896	BB	200	44,8	19,6429	93,63	0,83	0,02	0,85
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	624	BB	500	31,2	28,2051	93,63	0,33	0,01	0,34
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	464	BB	500	23,2	37,931	93,63	0,33	0,00	0,34
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	416	BB	300	20,8	42,3077	93,63	0,56	0,01	0,57
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	416	BB	300	20,8	42,3077	93,63	0,56	0,01	0,57
####	ETIQUETA AUTOCOLANTE	336	BB	500	16,8	52,381	93,63	0,34	0,00	0,34
####	ETIQUETA DE PRECAUÇÕES	288	BB	500	14,4	61,1111	93,63	0,34	0,00	0,34
####	MANIPULO	1568	KP	140	78,4	11,2245	93,63	1,15	0,06	1,21
####	MANIPULO	1536	B	70	76,8	11,4583	93,63	2,31	0,12	2,43
####	MANÍPULO DE ÁGUA	3746	KP	140	187	4,69834	93,63	1,07	0,14	1,21
####	MANÍPULO DE ÁGUA FRIA	912	KP	100	45,6	19,2982	93,63	1,65	0,05	1,70
####	MANÍPULO DE ÁGUA	912	KP	100	45,6	19,2982	93,63	1,65	0,05	1,70
####	MANIPULO DESIGN	352	KP	150	17,6	50	93,63	1,12	0,01	1,13
####	MANIPULO SELECTOR AGUA	752	KP	150	37,6	23,4043	93,63	1,11	0,03	1,13
####	MANÍPULO SELECTOR	752	KP	150	37,6	23,4043	93,63	1,11	0,03	1,13
####	Pilha Alcalina 1,5V LR20	1856	KP	72	92,8	9,48276	93,63	2,22	0,14	2,36
####	PILHA ALCALINA DE 1,5 V LR6	608	B	100	30,4	28,9474	93,63	1,67	0,03	1,70
####	CONJUNTO DE FIXACAO	8902	KP	150	445	1,97708	93,63	0,82	0,32	1,13
####	CONJUNTO DE FIXACAO	1504	KP	125	75,2	11,7021	93,63	1,29	0,06	1,36
####	CONJUNTO DE FIXAÇÃO	6459	KP	150	323	2,72488	93,63	0,90	0,23	1,13
####	CONJUNTO DE FIXAÇÃO	416	KP	125	20,8	42,3077	93,63	1,34	0,02	1,36
####	CASQUILHO ROSCADO	3104	KP	100	155	5,6701	93,63	1,53	0,17	1,70
####	CASQUILHO ROSCADO	3056	KP	100	153	5,75916	93,63	1,54	0,16	1,70
####	CASQUILHO ROSCADO	2128	KP	100	106	8,27068	93,63	1,58	0,11	1,70

####	CASQUILHO ROSCADO	912	KP	150	45,6	19,2982	93,63	1,10	0,03	1,13
####	CASQUILHO ROSCADO	480	KP	100	24	36,6667	93,63	1,67	0,03	1,70
####	ACESSÓRIO NR.1021	3856	KP	40	193	4,56432	93,63	3,73	0,51	4,25
####	ACESSORIO 10 LTS (NOVO)	3836	KP	40	192	4,58811	93,63	3,74	0,51	4,25
####	ACESSÓRIO NR.696	1674	KP	80	83,7	10,5137	93,63	2,01	0,11	2,12
####	ACESSÓRIO NR.589	1184	KP	25	59,2	14,8649	93,63	6,54	0,25	6,79
####	ACESSORIO N. 1127	512	KP	30	25,6	34,375	93,63	5,57	0,09	5,66
####	ACESSÓRIO NR.792	416	KP	100	20,8	42,3077	93,63	1,68	0,02	1,70
####	ACESSÓRIO NR.44	336	KP	50	16,8	52,381	93,63	3,36	0,04	3,40
####	ACESSÓRIO NR.707	1001	GP	50	50,1	17,5824	93,63	3,29	0,11	3,40
####	CURVA DE TUBO	688	KP	150	34,4	25,5814	93,63	1,11	0,02	1,13
####	PEÇA DE LIGAÇÃO COMPL.	2368	B	50	118	7,43243	93,63	3,14	0,25	3,40
####	PEÇA DE LIGAÇÃO COMPL.	416	B	100	20,8	42,3077	93,63	1,68	0,02	1,70
####	TUBO DE LIGAÇÃO ÁGUA	837	KP	80	41,9	21,0275	93,63	2,07	0,06	2,12
####	VÁLVULA DE BLOQUEIO	837	KP	80	41,9	21,0275	93,63	2,07	0,06	2,12
####	VÁLVULA DE BLOQUEIO	342	KP	80	17,1	51,462	93,63	2,10	0,02	2,12
####	VÁLVULA DE BLOQUEIO	832	KP	80	41,6	21,1538	93,63	2,07	0,06	2,12
####	TUBO DE LIGAÇÃO COMPL.	448	KP	200	22,4	39,2857	93,63	0,84	0,01	0,85
####	TUBO DE LIGAÇÃO COMPL.	448	LP	50	22,4	39,2857	93,63	3,35	0,05	3,40
####	Caixa de cartão	448	LP	50	22,4	39,2857	93,63	3,35	0,05	3,40
####	ANILHA DE VEDACAO	16189	BB	500	809	1,08716	93,63	0,17	0,17	0,34
####	SACO DE PLASTICO	13961	KP	2000	698	1,26065	93,63	0,05	0,04	0,08
####	ANILHA DE VEDACAO	11379	BB	500	569	1,54671	93,63	0,22	0,12	0,34
####	SACO DE PLASTICO	8427	KP	1000	421	2,08852	93,63	0,12	0,04	0,17
####	ANEL DE VEDACAO	7271	BB	1000	364	2,42057	93,63	0,13	0,04	0,17
####	CHANTE	6891	BB	500	345	2,55406	93,63	0,27	0,07	0,34
####	saco plástico	6891	KP	500	345	2,55406	93,63	0,27	0,07	0,34
###	ANILHA	6137	KP	500	307	2,86785	93,63	0,27	0,07	0,34
###	ANILHA	6137	KP	500	307	2,86785	93,63	0,27	0,07	0,34
###	ANILHA	6137	KP	500	307	2,86785	93,63	0,27	0,07	0,34
###	ANILHA	6137	KP	500	307	2,86785	93,63	0,27	0,07	0,34
###	ANILHA	6137	KP	500	307	2,86785	93,63	0,27	0,07	0,34
####	PORCA DE APERTO	5824	B	350	291	3,02198	93,63	0,40	0,09	0,49
####	TUBO CONDUTOR DE GÁS .	4708	GP	100	235	3,73832	93,63	1,45	0,25	1,70
####	PARAFUSO DIN7981	4252	KP	500	213	4,13923	93,63	0,29	0,05	0,34
####	PORCA DE APERTO	3311	B	200	166	5,31561	93,63	0,76	0,09	0,85
####	CASQUILHO	3296	B	500	165	5,33981	93,63	0,30	0,04	0,34
####	SACO DE PLASTICO	3106	KP	2000	155	5,66645	93,63	0,08	0,01	0,08
####	CURVA DE TUBO	2719	KP	250	136	6,47297	93,63	0,62	0,06	0,68
####	PORTA TUBOS	2528	B	350	126	6,96203	93,63	0,45	0,04	0,49
####	TUBO FLEXÍVEL	2370	KP	32	119	7,42616	93,63	4,91	0,39	5,31
####	PEÇA DE LIGAÇÃO	2368	KP	250	118	7,43243	93,63	0,63	0,05	0,68
####	VÁLVULA DE BLOQUEIO	2368	KP	84	118	7,43243	93,63	1,87	0,15	2,02
####	VEDANTE	1900	GP	400	95	9,26316	93,63	0,40	0,03	0,42
####	INSTRUÇÕES DE MONTAGEM	1664	KP	250	83,2	10,5769	93,63	0,64	0,04	0,68
####	SACO PLÁSTICO	1592	KP	1000	79,6	11,0553	93,63	0,16	0,01	0,17
####	CASQUILHO DE LIGACAO	1305	KP	100	65,3	13,4866	93,63	1,63	0,07	1,70
####	ANILHA DE VEDAÇÃO	1184	B	2000	59,2	14,8649	93,63	0,08	0,00	0,08

####	PORCA DE APERTO	1136	B	300	56,8	15,493	93,63	0,55	0,02	0,57
####	TORNEIRA DE GÁS	981	KP	50	49,1	17,9409	93,63	3,29	0,10	3,40
####	SACO DE PLASTICO	940	KP	1000	47	18,7234	93,63	0,16	0,01	0,17
####	ANEL COMPLETO	837	GP	50	41,9	21,0275	93,63	3,31	0,09	3,40
####	ANEL DE APERTO	832	KP	250	41,6	21,1538	93,63	0,66	0,02	0,68
####	ANEL DE APERTO	832	KP	500	41,6	21,1538	93,63	0,33	0,01	0,34
####	RACOR P/SOLDAR	832	KP	300	41,6	21,1538	93,63	0,55	0,01	0,57
####	TUBO DE GAS COMPL.	832	KP	50	41,6	21,1538	93,63	3,31	0,09	3,40
####	CASQUILHO DE LIGACAO	592	KP	500	29,6	29,7297	93,63	0,33	0,01	0,34
####	VÁLVULA DE BLOQUEIO DE ÁGUA	576	KP	90	28,8	30,5556	93,63	1,85	0,03	1,89
####	CURVA EM S	573	KP	150	28,7	30,7155	93,63	1,11	0,02	1,13
####	PORCA DE APERTO	573	B	300	28,7	30,7155	93,63	0,56	0,01	0,57
###	CASQUILHO DE LIGACAO	358	KP	50	17,9	49,162	93,63	3,36	0,04	3,40
###	CORDAO DE VEDACAO	317	KP	50	15,9	55,5205	93,63	3,36	0,03	3,40
###	FOLHA DE INSTRUÇÕES	317	B	500	15,9	55,5205	93,63	0,34	0,00	0,34
####	SUPORTE	288	KP	300	14,4	61,1111	93,63	0,56	0,01	0,57

Anexo D - Distribuição dos componentes pelas estantes

Estante nº 1

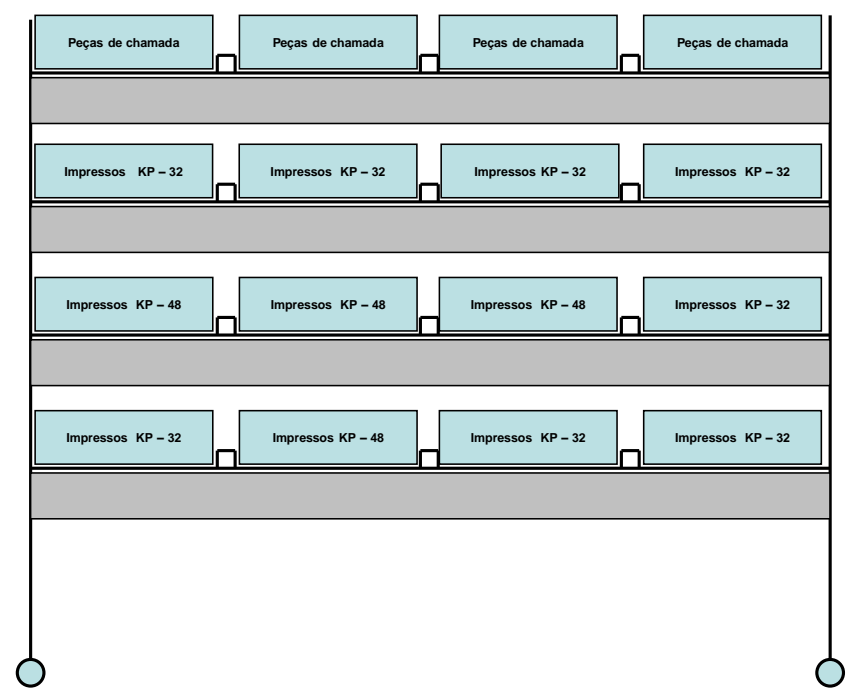


Figura D1 - Distribuição de componentes na estante nº1.

Estante nº 2

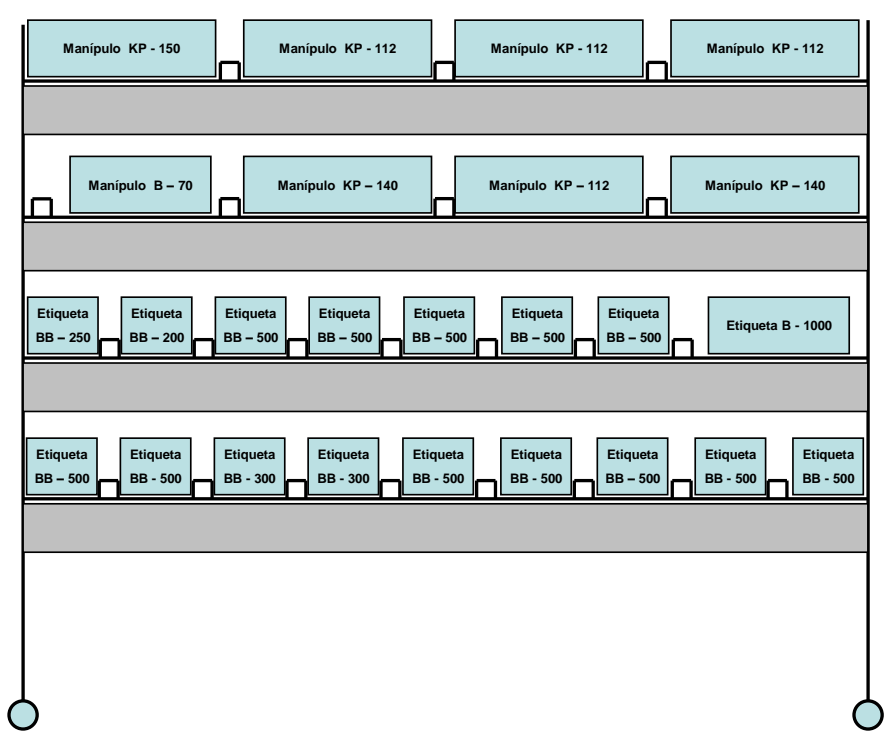


Figura D2 - Distribuição de componentes na estante nº2.

Estante nº 3



Figura D3 - Distribuição de componentes na estante nº3.

Estante nº 4

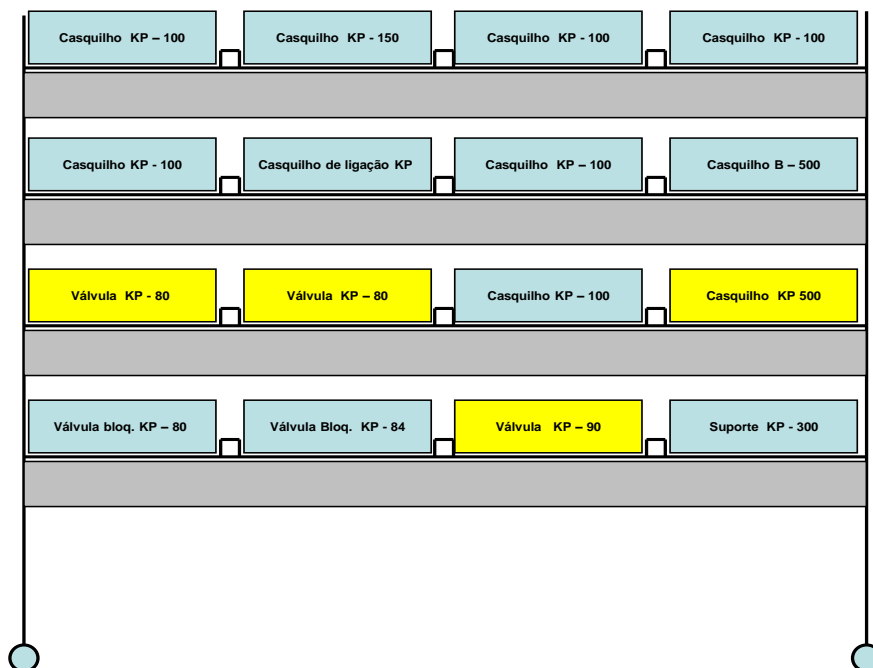


Figura D4 - Distribuição de componentes na estante nº4.

Estante nº 5

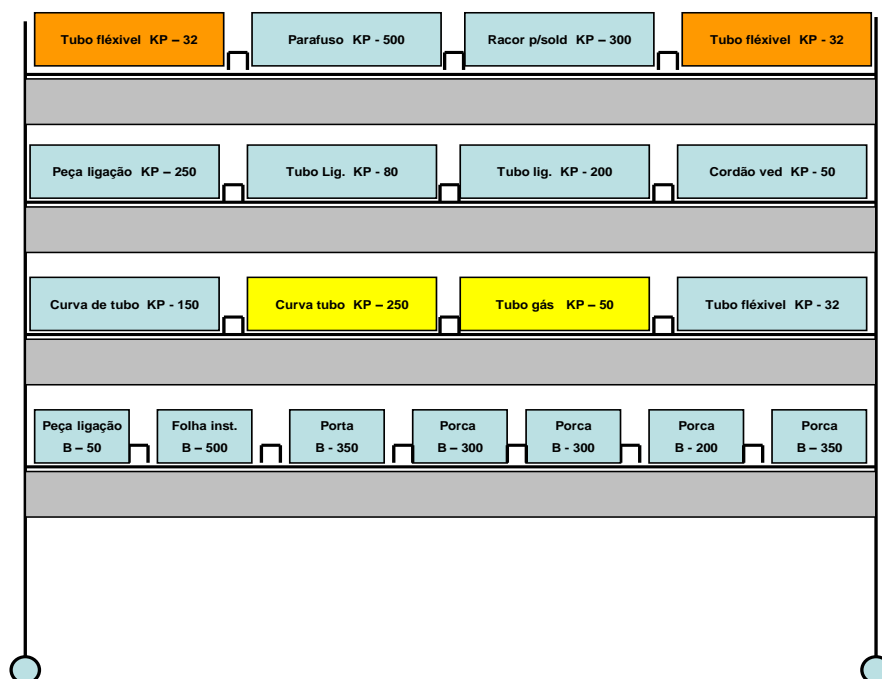


Figura D5 - Distribuição de componentes na estante nº5.

Estante nº 7

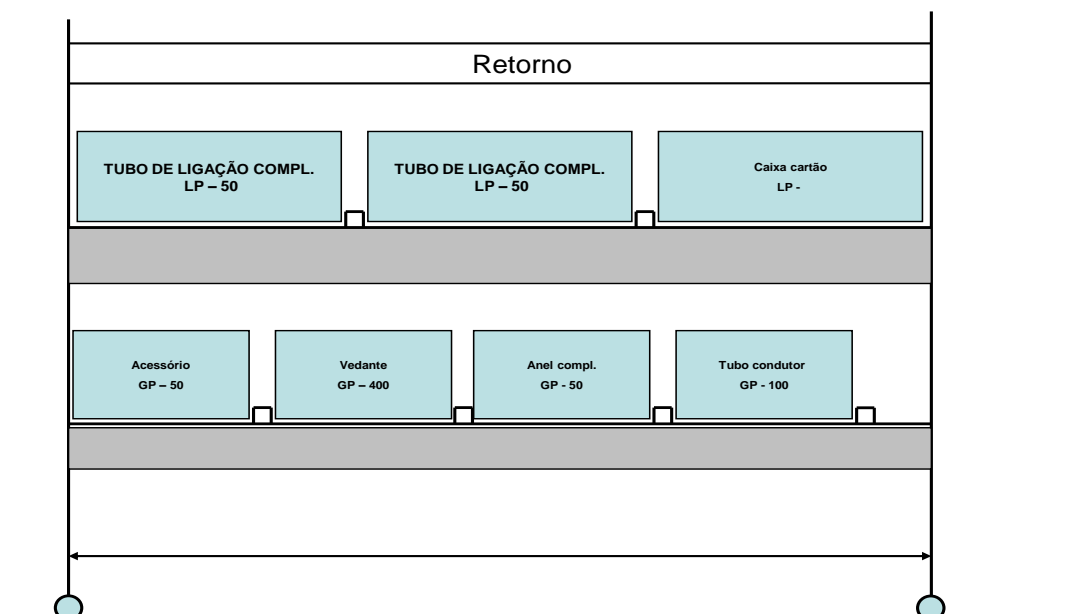


Figura D6 - Distribuição de componentes na estante nº7.

Estante nº 8

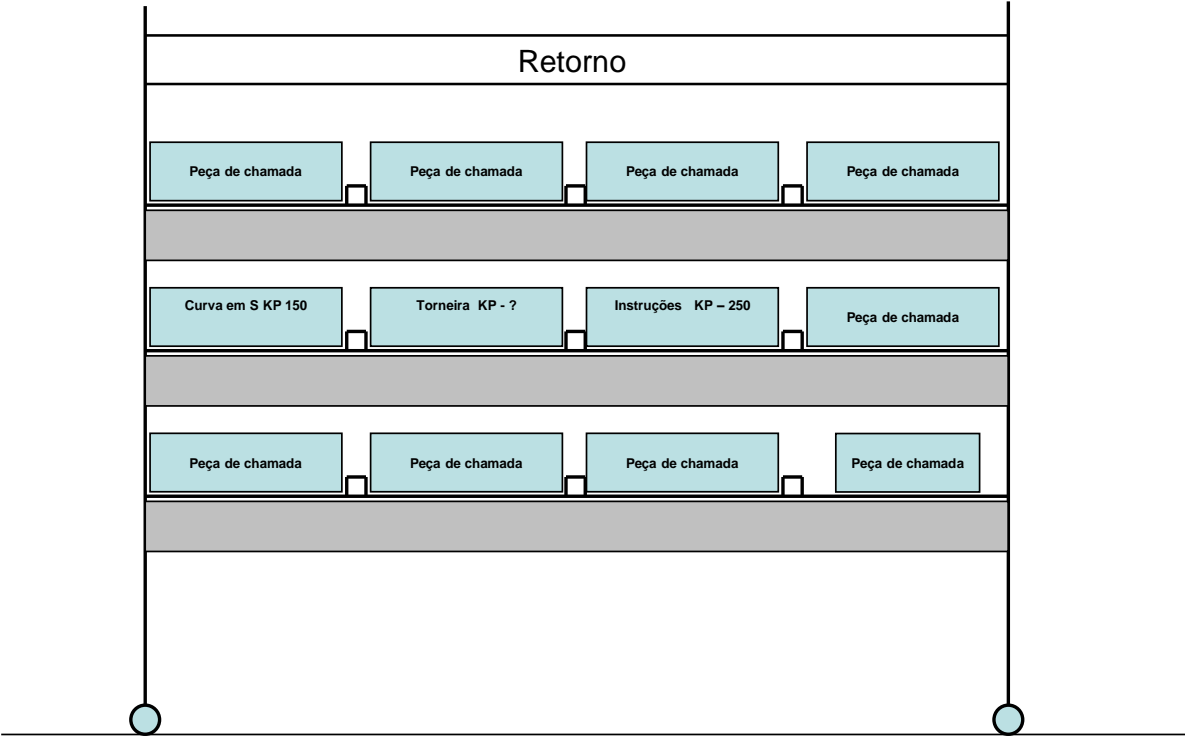


Figura D7 - Distribuição de componentes na estante nº8.

Anexo E - Instrução de Trabalho para identificação de Supermercados / Células Logísticas

1. Objectivo

Descrever o processo de identificação de estantes

2. Âmbito

Todas as estantes de supermercados ou células logísticas

3. Descrição


3.1 Identificação do Supermercado/célula logística

- Para cada **S/CL** é necessário criar uma placa de identificação com o(s) respectivos fornecedor(s) e cliente(s).

Supermercado Aut. Água

Gestor do Supermercado/Célula logística


Nome



FOTO

Tempo de reposição

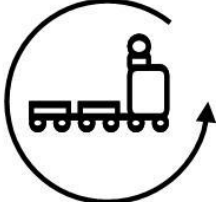
Horas de consumo

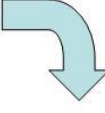


Fornecedores

Arm. Componentes	A01	
Prensas	822	
Frentes	831	
C. Combustão	842	
Tubos Água	843	
Aut. Gás Compact	851	
Queimadores	853	
Aut. Água Compact	852	
Aut. Gás Classicos	856	
Aut. Água Classicos	857	

FOTO





Clientes

Célula 1	C1	
Célula 2	C2	
Célula 3	C3	
Célula 4	C4	
Linha 5	L5	
Linha 6	L6	
Linha 8	L8	
S881	881	

Figura E1 - Placa de identificação do Supermercado.

3.2 Identificação das estantes a incluir no S/CL

Cada estante necessita de dois tipos básicos de identificação:

- Identificação da estante usando um modelo standard que se encontra na pasta modelos
- Identificação dos vários níveis da estante (de baixo para cima) que se encontra na mesma pasta.



Figura E2 - Instrução de identificação de estantes.

3.3 Identificação dos racks

Um supermercado ou uma célula logística é um conjunto de racks, sendo que cada rack apenas possui material da mesma referência e tem que ser identificado com etiquetas no ponto de abastecimento e no ponto de picking.

As colunas são identificadas de forma ascendente do lado esquerdo para o lado direito (Lado do Abastecimento) - **Ver exemplo nº2**

Esta identificação é feita de acordo com o standard:

- A fita das etiquetas é branca de 24mm
- 1ª linha – Referência - Designação
- 2ª linha – E(Nº da estante)-(Nº do nível)-(Nº da coluna) _ espaço_ Min 1 _ espaço_Max(nº máximo de caixas no rack).

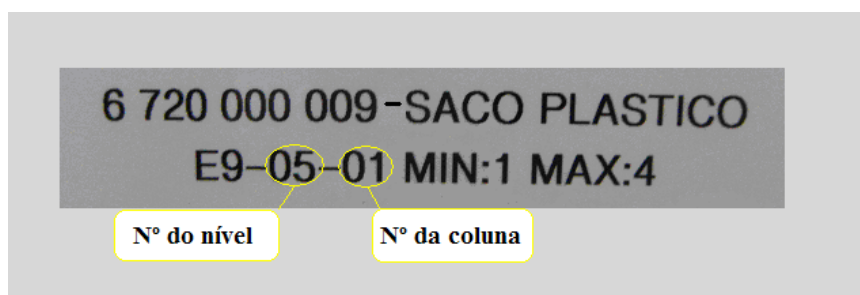


Figura E3 - Instrução de etiquetagem dos racks.

Anexo F - Determinação dos componentes a incluir no S/CL dos Componentes da Célula nº4

Tabela F1 - Folha EXCEL concebida para o cálculo do número de *kanbans* da Célula nº4.

Designação	QTD Mensal	QTD Diária	Tipo Cx.	Qtd.	Sup	takt	Rtloop	WI	RE	Nº de Kanbans
AGRAFO	70784	3217	B	5000	Y	0,27351	77,42	0,02	0,06	0,07
ParafusoparachapaDIN79814,8x9	35394	1609	BB	1500	Y	0,54699	77,42	0,06	0,09	0,15
Parafusoparachapa6,3x9,5	26656	1212	BB	1200	Y	0,72629	77,42	0,07	0,09	0,16
ParafusoM5x15,5Inox	23894	1086	BB	1000	N	0,81025	77,42	0,08	0,10	0,18
ParafusoparachapaDIN79814,2X9,5	14518	659,9	BB	3500	Y	1,33352	77,42	0,02	0,02	0,04
TAMPÃO PLÁSTICO P/TUBO D EÁGUA	8849	402,2	BB	150	Y	2,18782	77,42	0,56	0,24	0,80
CLIP	6664	302,9	BB	250	Y	2,90516	77,42	0,34	0,11	0,44
SACO PLASTICO	6508	295,8	LP	250	Y	2,9748	77,42	0,34	0,10	0,44
FREIO	6047	274,9	BB	1000	Y	3,20159	77,42	0,08	0,02	0,11
REBITE DE ALUMINIO	6018	273,5	BB	1000	N	3,21702	77,42	0,08	0,02	0,11
ELEMENTO DE FIXAÇÃO DISP. CONTR. GAS.COMB.	5639	256,3	BB	500	Y	3,43323	77,42	0,17	0,05	0,21
LIMITADOR DE TEMPERATURA	4770	216,8	BLISTER	78	Y	4,0587	77,42	1,08	0,24	1,33
Parafusoplástico4x16	4632	210,5	BB	1200	N	4,17962	77,42	0,07	0,02	0,09
TAMPÃO PLÁSTICO P/TUBO DE ÁGUA	4391	199,6	BB	300	Y	4,40902	77,42	0,28	0,06	0,34
LIGACAO DE MANGUEIRA COMPL.	4114	187	KP	50	N	4,70588	77,42	1,69	0,33	2,02
ParafusodecabeçaovalDIN7985M4x68	3964	180,2	BB	1000	Y	4,88396	77,42	0,08	0,02	0,10
ParafusoM3,5x10	3782	171,9	BB	3500	Y	5,11898	77,42	0,02	0,00	0,03
GRAMPO	3782	171,9	BB	500	Y	5,11898	77,42	0,17	0,03	0,20
VELA DE IGNIÇÃO COMPL.	3530	160,5	BB	16	N	5,48442	77,42	5,28	0,88	6,16
CHAPA DE MARCA	3083	140,1	BB	16	N	6,2796	77,42	5,28	0,77	6,05
ANILHA DE VEDACAO	3065	139,3	KP	2500	N	6,31648	77,42	0,03	0,00	0,04
ANILHA DE VEDACAO	3056	138,9	BB	2000	N	6,33508	77,42	0,04	0,01	0,05
SUORTE DAS COSTAS	3056	138,9	KP	300	N	6,33508	77,42	0,28	0,04	0,32
CASQUILHO ROSCADO	2893	131,5	BB	16	N	6,69202	77,42	5,28	0,72	6,00
CASQUILHO ROSCADO	2274	103,4	BB	16	N	8,51363	77,42	5,28	0,57	5,85
ANILHA DE VEDAÇÃO	2215	100,7	B	5000	N	8,74041	77,42	0,02	0,00	0,02
VIGIA DE VIDRO	2185	99,32	BB	200	N	8,86041	77,42	0,42	0,04	0,47
ParafusoparachapaDIN79816,3X13	2185	99,32	BB	1200	N	8,86041	77,42	0,07	0,01	0,08
VEDANTE	2011	91,41	BB	200	N	9,62705	77,42	0,42	0,04	0,46
SACO PLASTICO	2004	91,09	LP	500	Y	9,66068	77,42	0,17	0,02	0,18
MICROSWITCH	1917	87,14	BB	336	N	10,0991	77,42	0,25	0,02	0,27
Caixa	1917	87,14	KP	100	N	10,0991	77,42	0,84	0,08	0,92
Caixa	1917	87,14	KP	100	N	10,0991	77,42	0,84	0,08	0,92
TAMPA	1917	87,14	KP	50	N	10,0991	77,42	1,69	0,15	1,84
TAMPA	1917	87,14	KP	50	N	10,0991	77,42	1,69	0,15	1,84
LIMITADOR DE TEMPERATURA	1895	86,14	BLISTER	78	Y	10,2164	77,42	1,08	0,10	1,18
LIGACAO DE MANGUEIRA COMPL.	1886	85,73	KP	50	N	10,2651	77,42	1,69	0,15	1,84
ARAME DE SELAGEM CORTADO	1826	83	B	2000	N	10,6024	77,42	0,04	0,00	0,05
Selo de chumbo	1826	83	B	1000	N	10,6024	77,42	0,08	0,01	0,09
ABRAÇADEIRA DE PLÁSTICO	1823	82,86	BB	900	Y	10,6199	77,42	0,09	0,01	0,10
FREIO	1818	82,64	BB	500	N	10,6491	77,42	0,17	0,01	0,18
CASQUILHO ROSCADO	1766	80,27	BB	16	N	10,9626	77,42	5,28	0,44	5,72

MANGUEIRA DE ISOLAMENTO	1670	75,91	BB	150	N	11,5928	77,42	0,56	0,04	0,61
TERMOELEMENTO L=355	1602	72,82	KP	80	N	12,0849	77,42	1,06	0,08	1,14
MOLA DE SUPORTE	1526	69,36	BB	250	N	12,6868	77,42	0,34	0,02	0,36
ESPELHO	1372	62,36	B	16	N	14,1108	77,42	5,28	0,34	5,62
SUPORTE DE COMANDOS	1372	62,36	KP	16	N	14,1108	77,42	5,28	0,34	5,62
DISPOSITIVO CONTROLO GASES COMBUSTÃO	1326	60,27	KP	16	N	14,6003	77,42	5,28	0,33	5,61
Porca de aperto	1267	57,59	BB	600	N	15,2802	77,42	0,14	0,01	0,15
ANILHA DE ESTRANG.	1228	55,82	B	200	N	15,7655	77,42	0,42	0,02	0,45
LIMITADOR DE TEMPERATURA	1206	54,82	BLISTER	56	N	16,0531	77,42	1,51	0,09	1,59
ParafusoparachapaDIN79813,5x6,5	1158	52,64	BB	500	Y	16,7185	77,42	0,17	0,01	0,18
CASQUILHO ROSCADO	1147	52,14	BB	16	N	16,8788	77,42	5,28	0,29	5,57
Placa de fecho	1042	47,36	BB	16	N	18,5797	77,42	5,28	0,26	5,54
DISPOSITIVO CONTROLO GASES COMBUSTÃO	867	39,41	KP	16	N	22,3299	77,42	5,28	0,22	5,50
TAMPÃO DE SELAGEM	783	35,59	BB	16	N	24,7254	77,42	5,28	0,20	5,47
ANILHA DE ESTRANG.	741	33,68	B	500	N	26,1269	77,42	0,17	0,01	0,17
CHAPA DE COBERTURA	736	33,45	KP	50	N	26,3043	77,42	1,69	0,06	1,75
BICA DE SAIDA	732	33,27	BB	64	N	26,4481	77,42	1,32	0,05	1,37
ESPELHO	688	31,27	B	16	N	28,1395	77,42	5,28	0,17	5,45
MANÍPULO SELECTOR CAUDAL ÁGUA	681	30,95	BB	16	N	28,4288	77,42	5,28	0,17	5,45
MANIPULO SELECTOR AGUA QUENTE	681	30,95	BB	16	N	28,4288	77,42	5,28	0,17	5,45
CHAPA DE MARCA	638	29	BB	16	N	30,3448	77,42	5,28	0,16	5,44
TAMPA DE FECHO	618	28,09	BB	32	N	31,3269	77,42	2,64	0,08	2,72
LIGACAO DE MANGUEIRA COMPL.	592	26,91	KP	50	N	32,7027	77,42	1,69	0,05	1,74
CHAPA DE MARCA	493	22,41	BB	16	N	39,2698	77,42	5,28	0,12	5,40
SONDA COMPLETA	467	21,23	BB	100	N	41,4561	77,42	0,84	0,02	0,86
ESPELHO	404	18,36	B	16	N	47,9208	77,42	5,28	0,10	5,38
SONDA COMPLETA	404	18,36	BB	100	N	47,9208	77,42	0,84	0,02	0,86
CASQUILHO ROSCADO	404	18,36	BB	16	N	47,9208	77,42	5,28	0,10	5,38
ANILHA DE ESTRANG.	404	18,36	BB	16	Y	47,9208	77,42	5,28	0,10	5,38
SONDA COMPLETA	397	18,05	BB	100	N	48,7657	77,42	0,84	0,02	0,86
LIGACAO DE MANGUEIRA COMPL.	368	16,73	KP	50	N	52,6087	77,42	1,69	0,03	1,72
PARAF. RECANT .C/CARRAPETA	367	16,68	BB	200	N	52,752	77,42	0,42	0,01	0,43
BICA DE SAIDA	367	16,68	BB	64	N	52,752	77,42	1,32	0,02	1,34
MANIPULO DESIGN CINZENTO PASTEL	367	16,68	BB	16	N	52,752	77,42	5,28	0,09	5,37
LIMITADOR DE TEMPERATURA	320	14,55	BLISTER	56	N	60,5	77,42	1,51	0,02	1,53
TUBO DE LIGAÇÃO ÁGUA FRIA	320	14,55	KP	64	N	60,5	77,42	1,32	0,02	1,34
CHAPA DE MARCA	310	14,09	BB	16	N	62,4516	77,42	5,28	0,08	5,36
DISPOSITIVO CONTROLO GASES COMBUSTÃO	298	13,55	BB	16	N	64,9664	77,42	5,28	0,07	5,35
DISPOSITIVO CONTROLO GASES COMBUSTÃO	274	12,45	BB	16	N	70,6569	77,42	5,28	0,07	5,35
ESPELHO	263	11,95	KP	16	N	73,6122	77,42	5,28	0,07	5,34
MANIPULO SELECTOR AGUA QUENTE	263	11,95	BB	16	N	73,6122	77,42	5,28	0,07	5,34
MANÍPULO DE ÁGUA FRIA	263	11,95	BB	16	N	73,6122	77,42	5,28	0,07	5,34
CHAPA DE MARCA	263	11,95	BB	16	N	73,6122	77,42	5,28	0,07	5,34
COBERTURA	233	10,59	B	16	N	83,0901	77,42	5,28	0,06	5,34
ESPELHO	226	10,27	B	16	N	85,6637	77,42	5,28	0,06	5,34
DISPOSITIVO CONTROLO GASES COMBUSTÃO	224	10,18	BB	16	N	86,4286	77,42	5,28	0,06	5,33
ANILHA DE ESTRANG.	222	10,09	B	200	N	87,2072	77,42	0,42	0,00	0,43

ESPELHO	187	8,5	LF	16	N	103,529	77,42	5,28	0,05	5,33
Parafuso auto-roscante DIN7500M4x10	174	7,909	BB	500	N	111,264	77,42	0,17	0,00	0,17
Chapa de suporte	174	7,909	B	500	N	111,264	77,42	0,17	0,00	0,17
CIRCUITO DE IGNIÇÃO	842	38,27	KP	1000	N	22,9929	77,42	0,08	0,00	0,09
VIGIA DE VIDRO	160	7,273	BB	200	N	121	77,42	0,42	0,00	0,43
VEDANTE	160	7,273	BB	50	N	121	77,42	1,69	0,01	1,70
MANÍPULO DE ÁGUA QUENTE	156	7,091	BB	16	N	124,103	77,42	5,28	0,04	5,32
MANÍPULO DE ÁGUA FRIA	156	7,091	BB	16	N	124,103	77,42	5,28	0,04	5,32
CHAPA DE MARCA	154	7	BB	16	N	125,714	77,42	5,28	0,04	5,32
ESPELHO	133	6,045	KP	16	N	145,564	77,42	5,28	0,03	5,31
ESPELHO	111	5,045	LF	16	N	174,414	77,42	5,28	0,03	5,31
CIRCUITO DE IGNIÇÃO	96	4,364	KP	16	N	201,667	77,42	5,28	0,02	5,30
DISPOSITIVO CONTROLO GASES COMBUSTÃO	77	3,5	BB	16	N	251,429	77,42	5,28	0,02	5,30
DISPOSITIVO CONTROLO GASES COMBUSTÃO	46	2,091	BB	16	N	420,87	77,42	5,28	0,01	5,29
DISPOSITIVO CONTROLO GASES COMBUSTÃO	44	2	KP	16	N	440	77,42	5,28	0,01	5,29
CHAPA DE MARCA	44	2	BB	16	N	440	77,42	5,28	0,01	5,29